V. Volneanschi S. Matcovschi
I. Dionidis I. Gâtlan

RADIODIAGNOSTIC
RADIOTERAPIE

Manual

Chişinău
2000

MINISTERUL SĂNĂTĂŢII AL REPUBLICII MOLDOVA
UNIVERSITATEA DE STAT DE MEDICINĂ ŞI FARMACIE
NICOLAE TESTEMIŢANU

V. Volneanschi **S. Matcovschi**
I. Dionidis **I. Gâtlan**

RADIODIAGNOSTIC
RADIOTERAPIE

Manual

Chişinău
Centrul Editorial-Poligrafic *Medicina* al USMF
2000

CZU 615.849
R–13

Aprobat de Consiliul metodic central al USMF
Nicolae Testemițanu cu nr. 2 din 22.03.1996

Contribuția autorilor:

V. Volneanschi, cap. I, II, V, VI, XI.
S. Matcovschi, cap. III, IV, XIII.
I. Dionidis, cap. VII, VIII, IX.
I. Gâtlan, cap. X, XII.

Recenzenți:

S. Ivanov – șeful secției radioterapie al ICȘO, doctor în științe medicale

N. Nalivaico – șeful departamentului radiodiagnostic al CFP în cadrul ICMP și C, doctor în științe medicale

S. Condrea – șeful departamentului radiologic al Centrului Republican de diagnosticare medicală, doctor în științe medicale

Redactor: *Maria Lozovanu*
Corector: *Aurelia Stratan*
Machetare computerizată: *Tatiana Pendus*

ISBN 9975–945–46–5

GENERALITĂȚI

Radiologia medicală este o disciplină clinică, care cuprinde trei ramuri importante: radiodiagnosticul, medicina nucleară și radioterapia.

1. R a d i o d i a g n o s t i c u l include toate mijloacele de obținere a imaginilor radiologice cu ajutorul razelor *X*.

2. M e d i c i n a n u c l e a r ă folosește radionuclizii în scop diagnostic sau terapeutic.

Într-o accepțiune mai largă, diagnosticul prin imagine – *imagistica* – însumează alături de radiodiagnosticul prin raze *X* și cu radionuclizi și metodele pararadiologice ce folosesc radiația infraroșie, rezonanța magnetică nucleară, undele ultrasonore. În sens mai îngust, termenul este prevăzut pentru acele mijloace imagistice care recurg la prelucrarea computerizată a datelor obținute și redarea unei imagini după complinirea lor (ecotomografia, termografia, radiografia digitalizată, rezonanța magnetică nucleară, computertomografia, tomografia de emisie).

Formele diferite de energie folosite în radiologia medicală sunt, după natura lor, *invazive* (razele *X*, radiația γ, particulele ionizante) și *neinvazive* (radiația infraroșie, undele de frecvență radio din rezonanța magnetică nucleară, ultrasunetele).

Imaginile radiologice se pot obține prin metode *neagresive* (radiografie, tomografie etc.) sau *agresive* (angiografie, splenoportografie, bronhografie etc.).

În ultimii ani s-a desprins o nouă ramură a radiologiei medicale, r a d i o l o g i a i n t e r v e n ț i o n a l ă, care folosește metode agresive ale radiodiagnosticului în scop terapeutic –

embolii terapeutice, angioplastia, chimioterapia prin cateter intravasal.

3. R a d i o t e r a p i a se bazează pe efectul biologic al radiațiilor ionizante. Sub acest nume se înțeleg radiațiile fotonice roentgen și gama, precum și radiațiile corpusculare: radiația alfa, radiațiile electronice la care aparțin și particulele beta, radiațiile de protoni și alte particule nucleare. Radioterapia este o armă terapeutică importantă în oncologie.

În strânsă relație cu radiologia medicală sunt f i z i c a n u c l e a r ă, disciplină fundamentală care explică natura și proprietățile fizice ale radiațiilor, d o z i m e t r i a, știință care studiază principiile și mijloacele de înregistrare și estimare a radiațiilor ionizante, și r a d i o b i o l o g i a, care cercetează efectele biologice ale radiațiilor folosite în medicină.

Capitolul I

ISTORIA DESCOPERIRII RAZELOR X

Marile descoperiri sunt rodul şi sinteza efortului comun depus de oamenii de ştiinţă de-a lungul unei perioade istorice. Watt, Crookes, Edison, Ruhmkorff, Maxwell sunt doar câteva personalităţi care, prin observaţiile şi experimentele efectuate, au creat premise pentru descoperirea radiaţiilor *X*. Este totuşi meritul de necontestat al lui Wilhelm Konrad Roentgen (1845–1923), profesor la Universitatea din Wurzburg (Bavaria), de a fi remarcat şi interpretat corect un anumit fenomen şi de a fi descoperit astfel, în 1895, razele *X*.

William Thomson, fizician englez, contemporan cu Roentgen, descrie astfel această descoperire epocală: "8 noiembrie 1895 va rămâne o dată memorabilă în istoria ştiinţelor. În acea zi, o lumină, care nu fusese văzută niciodată, a fost pentru prima oară recunoscută prin observaţia unui om. Observatorul a fost profesorul W.K. Roentgen; locul descoperirii – Universitatea din Wurzburg, Bavaria, Institutul de cercetări în domeniul fizicii; ce a văzut – o slabă iluminare verde şi tremurătoare pe o bucată de carton acoperit cu un produs chimic fluorescent.

Evenimentul s-a produs într-o sală riguros obscură. În această sală, un tub Crookes, excitat de descărcările unei bobine de inducţie, era acoperit cu ecrane din carton negru, opac pentru lumina cunoscută. În obscuritatea special creată pentru a permite ochiului de a recepţiona orice fenomen luminescent, nu se observa nimic, până când acele raze, încă neidentificate, emise fără îndoială de tubul Crookes, au traversat carapacea de carton, căzând pe ecranul fluorescent. Ele şi-au pus în evidenţă existenţa luminând, într-o oarecare măsură, obscuritatea.

Roentgen a avut nevoie doar de câteva minute pentru ca să observe că ecranul s-a iluminat sub influenţa unor raze invizibile, să remarce

o linie de umbră traversând ecranul, să identifice obiectul care a produs această umbră, să verifice că sursa de radiații este cu certitudine tubul Crookes.

Aceste radiații, care nu sunt vizibile decât atunci când cad pe un ecran, s-au dovedit a avea o putere de pătrundere de neimaginat până atunci. Ele străbat cu ușurință cartonul, lemnul, stofa, tăblia unei mese subțiri, o carte de două mii de pagini și fac să strălucească în continuare ecranul plasat în calea lor. Numai metalele, arama, fierul, argintul, plumbul par a fi mai puțin penetrabile, cele mai dense dintre ele fiind practic opace. Cel mai ciudat însă dintre toate acestea era faptul că dacă pielea era transparentă, oasele erau mult mai puțin transparente.

Cercetătorul, punând mâna între sursa de radiații și ecran, a văzut proiectat conturul osos, pe viu, al mâinii sale. Marea descoperire se înfăptuise.

Cu această ocazie s-a efectuat și primul examen radiologic. De atunci și până în prezent, datorită contribuției oamenilor de știință: fizicieni, ingineri, medici prin studiile moderne asupra structurii materiei și în special asupra structurii atomului și prin perfecționarea continuă a aparaturii, știința radiologică a cunoscut o dezvoltare prodigioasă, aplicându-se din ce în ce mai mult în diferite domenii ale științei și, în particular, în medicină și biologie.

Folosirea razelor *X* în scopul diagnosticării, precum și în terapia unor boli etc., sunt desigur realizări dintre cele mai mari ale științei. Aceste realizări au ridicat multe probleme noi și au deschis posibilitatea studiului unora din ele, care până la descoperirea razelor *X* păreau complet nerezolvabile. "Știința, scria I.P. Pavlov, progresează prin salturi, în funcție de succesele metodelor. Cu fiecare pas înainte al metodelor parcă ne ridicăm cu o treaptă mai sus, de pe care ni se deschide un orizont mai larg, cu obiective inaccesibile până atunci". Aceste cuvinte ale marelui fiziolog sunt aplicabile cum nu se poate mai bine în cazul de față.

În cele din urmă putem conchide că nu există nici un domeniu al medicinei, care să nu recurgă în mod curent la razele *X* în scopul stabilirii sau confirmării diagnosticului.

Tubul de raze *X*

Acest tub este format dintr-un balon de sticlă cu două prelungiri tubulare. Balonul este construit dintr-o sticlă specială rezistentă la presiuni exterioare (în interior fiind vid înaintat), la diferențe mari de potențial și la o temperatură ridicată.

În interiorul tubului se află doi electrozi: unul negativ, numit catod, și altul pozitiv, – anod (fig. 1). Catodul este format dintr-un filament spiralat de tungsten, metal greu fuzibil. În jurul filamentului se afla o piesă metalică în formă de pâlnie numită *piesă de concentrare* (a electronilor pe anticatod).

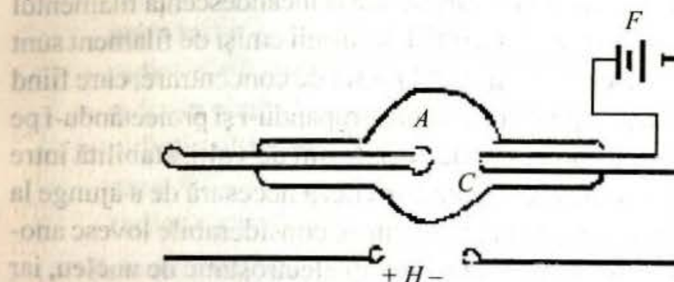


Fig. 1. Tub de raze *X*: *C* – catod; *A* – anod; *F* – sursă de alimentare a catodului (filament); *H* – sursă de înaltă tensiune pentru accelerarea electronilor.

Anodul – aflat în partea opusă catodului (anticatod), la distanță mică de acesta – este construit dintr-un bloc de cupru legat cu exteriorul printr-o armătură metalică. Suprafața anodului este înclinată oblic. În centrul acestei suprafețe este aplicată o plăcuță de tungsten, numită *pastilă* de tungsten, care alcătuiește focarul tubului. Se folosește tungsten pentru că este un material suficient de rezistent la temperaturi ridicate care apar în timpul funcționării tubului. Temperatura de topire a tungstenului este de 3370°C. Suprafața anodului este înclinată față de catod, pentru ca fasciculul de raze *X* să aibă o orientare convenabilă la folosirea lor. Tuburile mai perfecționate au anodul în formă de ciupercă – anod rotativ – la care focarul termic este echivalent cu circumferința ciupercii, iar focarul optic foarte mic.

Electronii catodului, venind cu viteză mare se izbesc în focarul termic al anodului, transformând energia cinetică în 98% căldură, 1% pierderi prin ricoşare şi 1% raze *X*. Căldura predomină şi de aceea este numit focar termic. Pentru a împiedica creşterea temperaturii peste punctul de topire al anodului se folosesc diferite sisteme de răcire.

F u n c ţ i o n a r e a   t u b u l u i   d e   r a z e *X* are la bază fenomenul termoelectric. Trebuie, deci, să se obţină un fascicul de electroni pentru a produce raze *X*. Pentru aceasta se dă drumul unui anumit curent de încălzire (curent de joasă tensiune (6–15V) şi de intensitate mare (3–5A), care se obţine cu ajutorul unui transformator de joasă tensiune), care aduce la incandescenţă filamentul catodic şi acesta emite electroni. Electronii emişi de filament sunt strânşi într-un fascicul cu ajutorul piesei de concentrare, care fiind încărcată negativ respinge electronii, grupându-i şi proiectându-i pe anod. Diferenţa de potenţial de zeci de mii de volţi, stabilită între anod şi catod, imprimă electronilor viteza necesară de a ajunge la anod. Electronii astfel animaţi de viteze considerabile lovesc anodul, fiind opriţi brusc: unii sunt deviaţi electrostatic de nucleu, iar alţii – de către electronii atomilor anticatodului. Razele *X* iau naştere în două feluri: prin frânarea electronilor din fasciculul catodic şi prin producerea de raze caracteristice.

Razele *X* de frânare iau naştere în urma opririi bruşte a electronilor din fasciculul catodic. Frânarea se poate compara cu o oscilaţie între maxim şi zero. Energia cinetică a electronilor se transformă în momentul frânării (care înseamnă acceleraţie negativă) în energie electromagnetică roentgeniană.

Razele *X* caracteristice se produc prin dislocarea electronilor din straturile mai apropiate ale nucleului atomului. Atomul excitat îşi revine din această stare labilă prin ocuparea golurilor de către electronii din straturile periferice. În felul acesta se emit cuante de energie roentgeniană, egală cu diferenţa de energie potenţială dintre orbitele periferice şi centrale între care s-au făcut schimbările de electroni.

Natura şi proprietăţile razelor *X*

Razele *X* sunt radiaţii electromagnetice, ca şi razele luminoase, ultraviolete, infraroşii, razele γ etc. Se consideră astăzi că toate aceste radiaţii care se propagă în linie dreaptă ca şi lumina, cu aceeaşi viteză de 300 000 km/s, în vid, sunt diferite modalităţi ale uneia şi aceleiaşi energii şi diferă între ele doar prin lungimea lor de undă. Lungimea de undă ale radiaţiilor *X* se măsoară în angstromi (Å) – unitate de lungime egală cu a zecea milioană parte dintr-un milimetru.

Razele *X* se situează în spectrul radiaţiilor între razele ultraviolete şi radiaţia γ:

– unde radio ———— 10^{13}–10^{6} Å
– radiaţie infraroşie ———— 10^{6}–7500 Å
– radiaţie vizibilă ———— 7500–4000 Å
– radiaţie ultravioletă ———— 4000 – 10 Å
– raze *X* ———— 10–0,1 Å
– radiaţie gama ———— 0,1– 0,003 Å

Folosirea razelor *X* se datoreşte unor proprietăţi deosebite pe care le posedă, şi anume:

– *fenomenul de luminescenţă*. Razele *X* sunt capabile să provoace emiterea cuantelor de lumină când întâlnesc în drumul lor anumite substanţe (platino-cianura de bariu, de calciu sau de potasiu, sulfura de zinc şi de cadmiu etc.). Acesta a fost fenomenul care l-a adus pe Roentgen pe drumul descoperirii razelor, numit *radioluminescenţă*. Luminescenţa cuprinde două forme: fluorescenţa şi fosforescenţa. Este vorba de fluorescenţă, în cazul în care emisia de lumină dispare o dată cu încetarea iradierii. În cazul fosforescenţei emisia de lumină continuă şi după încetarea iradierii.

Luminescenţa se bazează pe excitaţia atomilor conform teoriei lui Bohr asupra formării luminii. Anume acest fenomen stă la baza formării imaginii radioscopice;

– *acţiunea chimică fotografică*. Razele *X* impresionează placa fotografică. Sărurile de argint, situate pe placa fotografică (filmul

radiografic), suferă anumite procese de ionizare, devenind sensibile la acțiunea substanțelor reductoare care precipită argintul sub formă de pulbere neagră.

Îndată după descoperirea razelor *X* de către Roentgen, nu se ținea încă suficient seama de faptul că radiografiile nu au nimic comun cu fotografiile obişnuite, afară de tratamentul similar al plăcilor prin băi revelatoare şi fixatoare. În afară de aceste manipulații, imaginile obținute se deosebesc în mod esențial între ele.

În timp ce fotografiile reprezintă doar forma exterioară a obiectelor, transportată pe placă prin intermediul unui obiectiv cu o reducere considerabilă a dimensiunilor, radiografiile, ca şi imaginile radioscopice obținute pe ecranul fluorescent, sunt umbre proiectate şi în general mărite, prezentând mari analogii cu imaginile cunoscute sub numele de umbre chinezeşti, formate prin punerea unui corp opac între sursa de lumină şi suprafața plană. Tocmai în aceasta constă marele interes pe care îl prezintă razele *X*. Ele nu sunt umbre uniforme, ci umbre complexe, suprafețe, de diferite tonalități, care relevă nu numai conturul exterior aparent vizibil, ci şi detalii de structură internă, datorită diferențelor de compoziție chimică şi de grosime, densitate (diferență de număr de atomi), care scapă organelor noastre de simț.

– *absorbția razelor X*. În drumul lor, razele *X* întâlnesc diferite corpuri materiale pe care le străbat. Urmărind fasciculul de raze *X* în momentul pătrunderii într-un corp oarecare şi la ieşirea lor din acel corp, constatăm anumite modificări în ceea ce priveşte cantitatea razelor şi calitatea lor. Aceste modificări se datoresc absorbției inegale a razelor *X* de către corpul străbătut, deoarece el nu este întotdeauna de o consistență omogenă. Să luăm, de exemplu, corpul omenesc. Vom găsi în acest caz regiuni mai voluminoase, mai groase, iar altele mai dense, având un număr mai mare de celule. De aceea şi absorbția va fi diferită.

Absorbția va fi mai sporită în regiunile mai groase prin care radiațiile vor avea un drum mai lung de străbătut. În regiunile cu țesuturi mai dense absorbția de asemenea va fi mai mare. De exemplu,

țesuturile moi ale antebrațului vor absorbi mai multe radiații decât țesuturile moi ale mâinii, fiind de o grosime mai mare. Regiunea hepatică va absorbi mai multe radiații decât regiunea bazală a plămânilor, deoarece are o densitate mai mare.

În lumina exemplelor menționate deducem că *absorbția este în funcție de densitatea şi grosimea țesuturilor prin care trec razele*, fiind direct proporțională cu acestea.

Fenomenul absorbției mai este legat, în afară de natura corpului străbătut, şi de anumite calități pe care le prezintă radiațiile în momentul formării lor. Cu cât lungimea de undă va fi mai mică (având deci o frecvență mai mare), cu atât absorbția va fi şi ea mai mică, radiațiile având, în asemenea cazuri, calitatea de a fi mai penetrante, mai dure.

Dintre toate proprietățile razelor roentgen, absorbția are o deosebită importanță în practica radiologiei medicale. Diferența de absorbție a țesuturilor şi organelor corpului omenesc determină posibilitatea obținerii imaginii radioscopice sau radiografice. Acțiunea biologică a razelor *X* este efectul absorbției cuantelor de energie roentgeniană în țesuturile iradiate.

În afară de aceste proprietăți (fenomenul de luminescență, acțiunea chimică fotografică, absorbția), razele *X* mai posedă unele proprietăți comune şi altor radiații, cum sunt:

– propagarea în linie dreaptă;
– viteza de 300 000 km/s, ca şi a luminii;
– frecvența mare;
– penetrația mare;
– iau naştere dintr-un punct şi se propagă sferic etc.

Particularitățile imaginii radiologice

Particularitățile imaginii radiologice sunt în funcție de proprietățile fizice ale radiațiilor *X*. Aceste particularități se supun anumitor legi, şi anume: legea proiecției conice, legea sumației planurilor, legea incidențelor tangențiale.

L e g e a p r o i e c ţ i e i c o n i c e. Acest fenomen al imaginii radiologice se datorește faptului că fasciculul de radiații are forma unui con, cu vârful la nivelul focarului optic și baza pe filmul radiologic. În acest caz imaginea corpului supus radiației este proiecția conică a lui cu toate deformările geometrice ce decurg din aceasta:

– imaginea apare mărită (fig. 2) în cazul când obiectul este situat mai aproape de focar (sursa de radiaţii) şi mai departe de ecran. Pentru a obține imagini de dimensiuni cât mai aproape de cele reale trebuie să situăm corpul examinat cât mai aproape de ecran și cât mai departe de sursa de radiații;

– imaginea unui corp plasat la periferia fasciculului de radiații este mai deformată decât imaginea aceluiaşi corp aşezat în centrul fasciculului.

În cazurile în care radiațiile cad oblic pe obiectul examinat, acesta va apărea scurtat (fig. 3 *a*). De exemplu imaginea unui cui se poate proiecta ca un punct, dacă axul longitudinal este paralel cu fasciculul de radiaţii, sau ca o linie, mai scurtă decât el, dacă radiaţiile cad oblic. În funcție de deformațiile obiectului sau organului supus radiației se obţin aspecte foarte curioase, care trebuie cunoscute pentru a nu se interpreta eronat o anumită imagine (fig. 3 *b, c, d*). De exemplu, dacă o bronhie va fi traversată de razele *X* de-a lungul axului longitudinal, imaginea va avea aspectul unui inel, centrul fiind clar datorită conținutului aeric. Această proiecție în lungul organului se numește *proiecţie ortoroentgenogradă.*

Imaginile radiologice pot apărea separate (fenomenul de paralaxă). Imaginile obiectelor situate pe același ax, dar în planuri diferite de planul de proiecție, își schimbă poziția și forma – pe ecran sau pe film – dacă deplasăm, fie tubul de raze *X*, fie obiectele în ansamblu. Acest fenomen, numit *paralaxă* (fig. 4), servește pentru disocierea diferitelor planuri sau imagini, care prin proiecție obişnuită apar vizibile ca o singură imagine. Paralaxa este indicată în cazul când apar două sau mai multe imagini suprapuse (de exemplu, o cavitate tuberculoasă peste care se proiectează o zonă opacă).

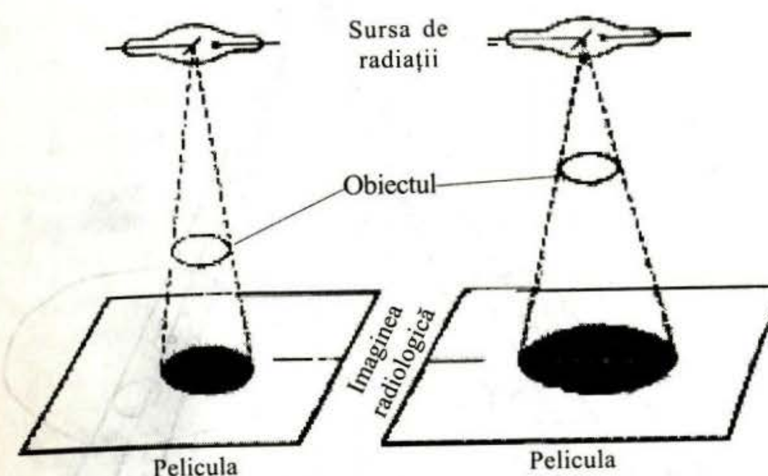


Fig. 2. Mărirea imaginii radiologice.

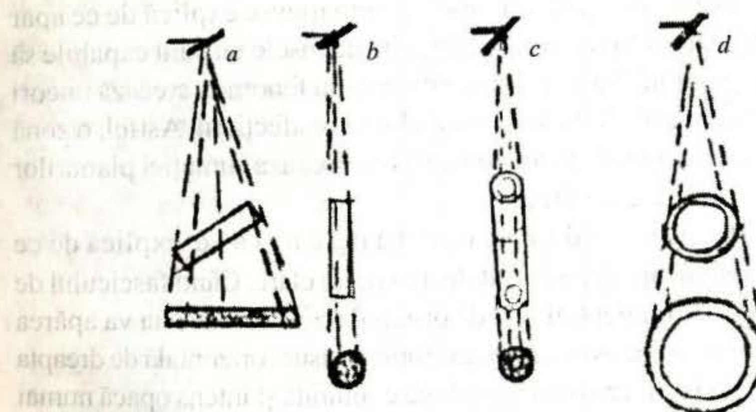


Fig. 3. Deformarea imaginii radiologice.

L e g e a s u m a ţ i e i p l a n u r i l o r reprezintă proiectarea pe o imagine a mai multor organe situate în planuri diferite, dar care sunt străbătute de radiațiile *X* aproximativ pe acelaşi ax. Exemplu: mediastinul, la a cărui imagine concură coloana vertebrală, vasele, inima, sternul.

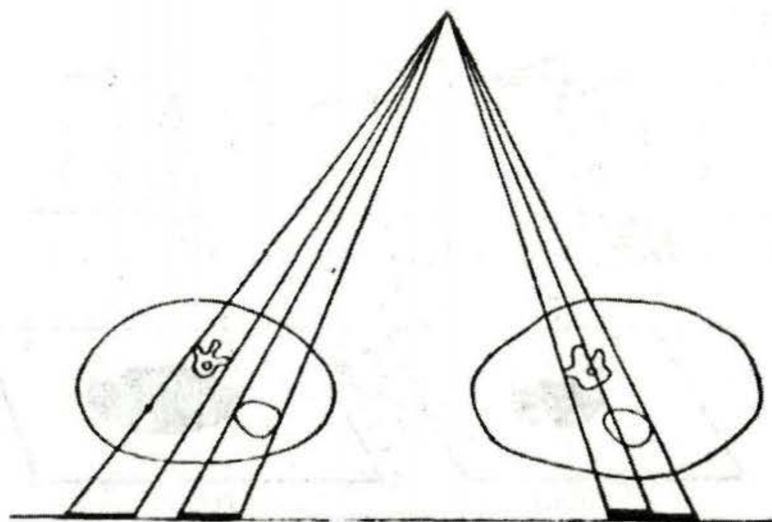


Fig. 4. Fenomenul de paralaxă – disocierea planurilor.

De asemenea, prin fenomenul sumației se explică de ce apar vizibile leziuni foarte mici, care prin ele însele nu sunt capabile să dea imagini radiologice. Existența acestui fenomen creează uneori dificultăți în stabilirea diagnosticului unor afecțiuni. Astfel, o zonă de destincție osoasă nu apare vizibilă din cauza sumației planurilor supra- și subiacente (fig. 5).

Legea incidențelor tangențiale explică de ce unele imagini apar clare și altele mai puțin clare. Când fasciculul de radiații trece tangențial față de organul respectiv, acesta va apărea net conturat și intens opac. De exemplu: scisura orizontală de dreapta va apărea vizibilă ca o imagine bine conturată și intens opacă numai când fasciculul de radiații *X* este tangent la planul scisurii respective. Așa se explică apariția foarte netă a unei găuri osoase ce are axul paralel cu fasciculul de radiații, ștergerea parțială a unui perete al găurii osoase în cazul poziției oblice și dispariția ei completă dacă este orientată perpendicular pe fascicul cu condiția să nu creeze diferențe puternice de absorbție. Chiar suprafețe osoase dense, de

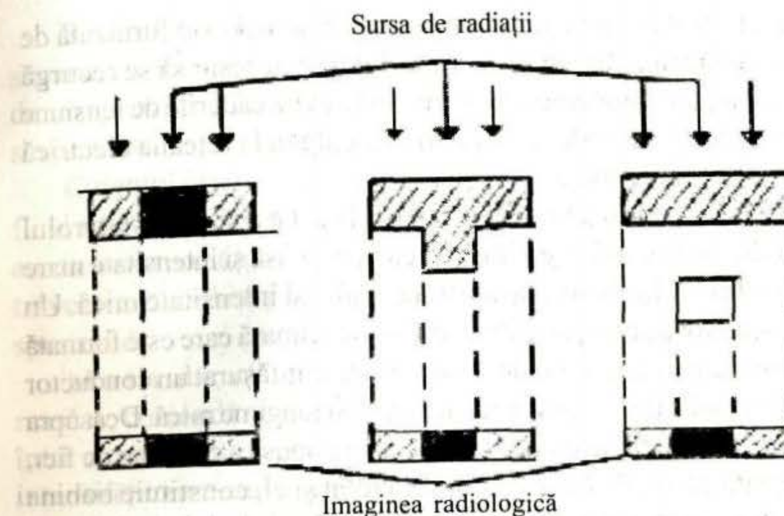


Fig. 5. Sumația planurilor (schemă).

exemplu, compacta osoasă vestibulară a mandibulei, se șterg în întregime pe o radiografie dentară, deoarece se proiectează perpendicular pe fascicul, în timp ce suprafața cu absorbție redusă, cum ar fi cea a mucoasei gingivale la nivelul crestei alveolare, apare bine vizibilă, pentru că se proiectează tangențial pe fasciculul de radiații.

Aparatura radiologică

Pentru obținerea razelor *X* sunt necesare:
- o sursă de curent electric de tensiune obișnuită;
- un transformator de înaltă tensiune;
- un transformator de joasă tensiune;
- un tub generator de raze *X*;
- redresori.

Pentru folosirea razelor *X* mai sunt necesare și alte piese nu mai puțin importante. Dintre acestea menționăm: ecran, stativ, masă de comandă, accesorii diferite.

S u r s a d e c u r e n t de tensiune obişnuită este furnizată de reţeaua electrică. În anumite împrejurări e necesar să se recurgă la un grup generator automat. Pentru a se evita căderile de tensiune este bine să se racordeze instalaţia Roentgen la reţeaua electrică printr-o linie autonomă.

T r a n s f o r m a t o r u l d e î n a l t ă t e n s i u n e are rolul de a redresa curentul alternativ de tensiune joasă şi intensitate mare în curent (tot alternativ) de tensiune înaltă şi intensitate mică. Un transformator se compune dintr-o bobină primară care este formată dintr-un cadru de fier moale peste care este înfăşurat un conductor de cupru izolat de o grosime relativ mare şi lungime mică. Deasupra acestor spire se pune un izolator. Ramura opusă a cadrului de fier, înfăşurată cu un fir lung şi subţire, izolat şi el, constituie bobina secundară. Izolarea celor două bobine se face cu ulei.

Variaţiile câmpului magnetic produse de curentul alternativ care trece prin bobina primară realizează un curent de inducţie alternativ în bobina secundară. Transformarea se face în raport cu numărul de spire ale celor două bobine. Raportul dintre numărul de spire ale bobinei secundare şi ale celei primare constituie puterea de transformare. Intensitatea curentului de înaltă tensiune este măsurată în miliamperi.

T r a n s f o r m a t o r u l d e j o a s ă t e n s i u n e este construit după acelaşi principiu ca şi cel de înaltă tensiune. Curentul este transformat până la o tensiune de 6–12 volţi, cu o intensitate de câţiva amperi. Deoarece bobina secundară a acestui transformator se află sub potenţialul tensiunii înalte, ea trebuie să fie bine izolată. Acest transformator se mai numeşte şi transformator de filament, deoarece curentul astfel redresat trece în filamentul catodic pe care îl întâlneşte, aducându-l la incandescenţă.

T u b u l d e r a z e *X* a fost descris la începutul acestui capitol din motive didactice. Se poate adăuga că tubul de raze *X* este acoperit cu un strat metalic protector care conţine şi plumb. Învelişul tubului serveşte pentru a proteja de înaltă tensiune şi contra razelor *X*.

R e d r e s o r i i d e î n a l t ă t e n s i u n e se mai numesc şi supape, ventile sau kenotroane pentru funcţia pe care o îndeplinesc: de a nu permite curentului alternativ să treacă prin tub decât într-un singur sens.

Curentul electric de înaltă tensiune produs de transformator, fiind alternativ, îşi schimbă sensul la fiecare sutime de secundă; de aceea sunt necesare aceste redresoare pentru a impune curentul să traverseze tubul într-un singur sens şi anume, numai de la catod spre anod.

M a s a d e c o m a n d ă. Orice instalaţie Roentgen are o masă de comandă şi aparate de măsurat. Masa de comandă leagă între ele toate utilajele necesare pentru producerea tensiunii şi intensităţii curentului, precum şi cele pentru reglarea acestora. Examinând o masă de comandă, constatăm că curentul alternativ, produs de transformator, este adus la aparat prin intermediul întrerupătorului principal. Tensiunea este citită pe un voltmetru, iar curentul este dus la transformatorul de înaltă tensiune. Tensiunea acestui curent este citită direct pe un kilovoltmetru. Tot la nivelul mesei de comandă se găsesc întrerupătoarele care scot sau introduc în circuit curentul de încălzire pentru tub (curentul de filament) şi cel de încălzire pentru supape. Aceste circuite se alimentează prin intermediul transformatorului de joasă tensiune şi se reglează cu ajutorul unor rezistenţe adecvate. Ampermetrul indică intensitatea curentului catodic. Miliampermetrul indică intensitatea curentului care a trecut prin tub.

T i m p u l d e e x p u n e r e a unei radiografii este în funcţie de o serie de factori dintre care cei mai importanţi sunt: puterea de penetraţie a razelor *X* (kV), cantitatea razelor emise (mA), distanţa anticatod – film, grosimea corpurilor de radiografiat, calitatea filmelor utilizate etc.

Pentru stabilirea timpului de expunere la executarea radiografiilor se utilizează diferite dispozitive: unele se bazează pe fixarea timpului printr-un electromagnet cu oprire automată (după trecerea

timpului fixat), altele, mai moderne, se bazează pe principiul ionizării şi sunt situate sub casetă. Imediat ce camera de ionizare şi, deci, şi filmul din casetă primesc o doză de raze corespunzătoare curbei de înnegrire medie, curentul se întrerupe în mod automat.

M a s a d e e x a m i n a r e este construită de cele mai multe ori pentru a servi, atât pentru radioscopie, cât şi pentru radiografii, fiind în general, basculantă. În poziţie verticală serveşte pentru susţinerea bolnavului şi a accesoriilor. În poziţie orizontală permite să se efectueze mai uşor examenul bolnavului culcat. Pe masa de examinare sunt fixate suporturile tubului şi ale ecranului, anumite accesorii, aşa ca selectorul care permite trecerea de la scopie la grafie etc.

E c r a n u l. Radiaţiile *X* nu pot fi percepute de retină. Pentru a fi vizualizate se întrebuinţează ecranul radioscopic. Acesta este compus dintr-un carton impregnat cu săruri luminescente, aşezat într-un cadru de susţinere.

Dintre sărurile luminescente folosite astăzi pentru fabricarea ecranelor radioscopice cel mai des se utilizează sulfura mixtă de cadmiu şi zinc. Aceasta dă o fluorescenţă care variază de la verde la galben-verde, ceea ce corespunde unui maximum de sensibilitate a ochiului. Substanţele fluorescente sunt repartizate uniform pe un suport de carton. Ecranul astfel confecţionat este acoperit cu o sticlă plumbată pe de o parte, iar de cealaltă – de o placă de bachelită. Toate aceste elemente sunt fixate pe un cadru. Ecranul este montat cu partea de sticlă spre examinator. Sticla din faţa ecranului trebuie să aibă un coeficient de absorbţie al razelor *X* echivalent cu un minim de 2 mm plumb.

Ecranul împreună cu suporturile sale şi sticla protectoare sunt montate la aparatele moderne pe un cadru pe care se află şi dispozitivele de radiografii rapide (în serie).

Accesorii pentru combaterea radiaţiilor secundare:

– *diafragmul* are rolul de a limita atât fasciculul incident, cât şi radiaţiile secundare. Este constituit din patru lamele de plumb uşor dirijabile de la distanţă.

Tuburile moderne (autoprotejate), datorită modului lor de construcţie, limitează radiaţiile secundare ce se produc la nivelul tubului şi învelişurilor sale. De aceea tuburile autoprotejate joacă şi rolul de diafragm;

– *localizatorul* (distinctorul, compresorul) limitează câmpul de examinat şi, prin apăsarea ţesuturilor, micşorează grosimea reducându-se astfel formarea de radiaţii secundare;

– *grila antidifuzoare* permite eliminarea în cea mai mare parte a radiaţiilor secundare. Este formată din lamele fine de plumb orientate în acelaşi sens ca şi radiaţiile fasciculului primar, permiţând trecerea radiaţiilor numai din acest fascicul, cele secundare fiind oprite (fig. 6). Lamelele de plumb ale grilei antidifuzoare au un anumit unghi de deschidere. Între acest unghi şi unghiul pe care îl fac razele cu lamelele grilei trebuie să existe un anumit raport care să permită trecerea maximă a razelor fasciculului primar şi trecerea minimă a razelor secundare.

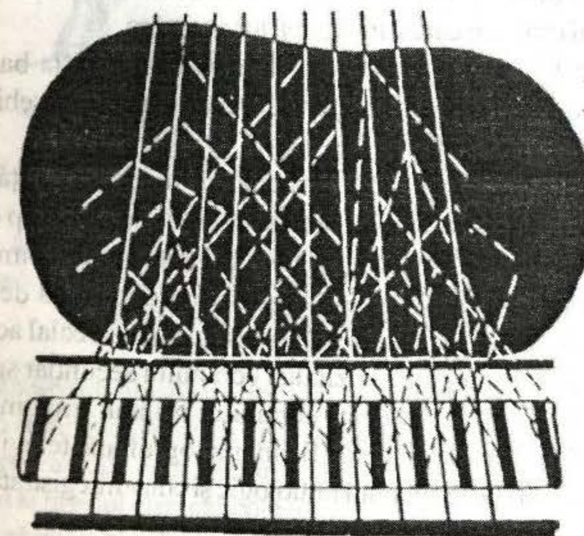


Fig. 6. Razele secundare născute în corpul străbătut sunt oprite de lamelele grilei antidifuzoare care sunt localizate pentru diferite distanţe.

Aparatele obişnuite, folosite curent, sunt înzestrate cu tuburi la care curentul vine deja redresat.

Un tip special îl constituie aparatul pentru radiografiile dentare, la care transformatorul este situat chiar în cupola tubului. Aparatul, odată ce nu mai necesită instalaţii complicate, este suficient să-l punem la priză.

Un aparat de diagnostic de asemenea puţin voluminos şi uşor de manipulat este aparatul portativ.

Dispozitivul pentru efectuarea t o m o g r a f i i l o r este constituit, în general, din aceleaşi piese ca şi aparatul radiografic, cu deosebirea principală că tubul este situat pe o coloană mobilă, reglabilă, care în timpul expunerii radiografice se mişcă în sens invers faţă de caseta portfilm (fig. 7).

Prin mişcarea continuă a tubului şi a casetei în timpul expunerii, proiecţia elementelor din planul de secţiune se obţine mereu pe aceleaşi locuri ale filmului şi îşi imprimă imaginea, în timp ce proiecţia elementelor din celelalte planuri se schimbă continuu pe diverse locuri ale filmului din care cauză imaginea lor se şterge.

A m p l i f i c a t o r u l de luminozitate stă la baza radiocinematografiei şi reprezintă o perfecţionare tehnică deosebită privind examenul radiologic (fig. 8).

Imaginea radiologică se formează pe un ecran emiţător de fotoelectroni, care la rândul lor sunt acceleraţi de un câmp electric şi deviaţi prin "lentile" magnetice convergente, până ce imaginea se reduce de aproximativ zece ori şi este recepţionată de un ecran secundar. Datorită reducerii în dimensiuni şi în special acceleraţiei câmpului electronic, luminozitatea ecranului secundar sporeşte de câteva mii de ori faţă de cea a ecranului primar. Imaginea devine vizibilă la lumina zilei şi poate fi cinematografiată, televizată pe un monitor la distanţă de aparatul radiologic şi chiar înregistrată pe bandă magnetică.

R a d i o f o t o g r a f i a este o metodă cu ajutorul căreia se fotografiază imaginea obţinută pe ecranul radioscopic. Pentru aceasta

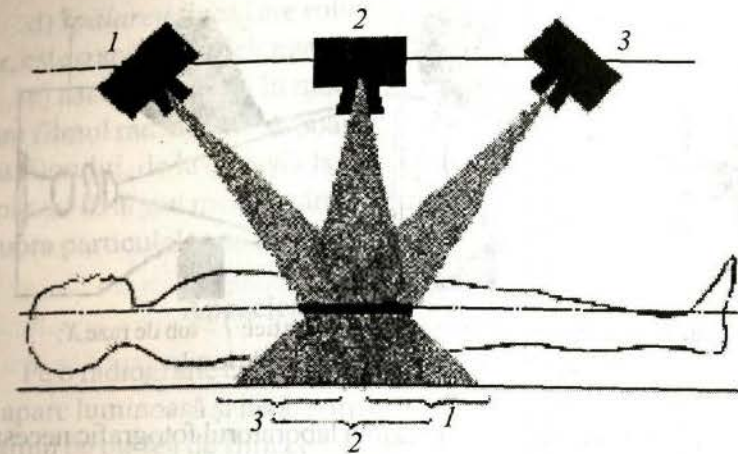


Fig. 7. Obţinerea imaginii tomografice:
1, 2, 3 – diverse poziţii ale tubului şi casetei în timpul expunerii tomografice.

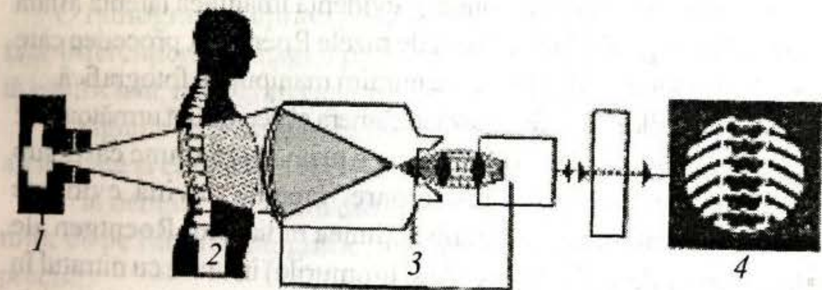


Fig. 8. Schema de principiu a unui amplificator de luminozitate:
1 – tub radiogen; *2* – obiect de examinat; *3* – amplificator de luminozitate (fotocatod); *4* – imagine radiologică.

se foloseşte un tub obişnuit adoptându-se la el o piramidă care are spre tub un ecran radioscopic (fig. 9). La aparatele moderne imaginea care se formează pe acest ecran este transportată pe un sistem de lentile până la nivelul unei pelicule fotografice care fiind impresionată, înregistrează imaginea de pe ecran. Formatul filmului fotografic poate fi de 7/7 cm sau 10/10 cm.

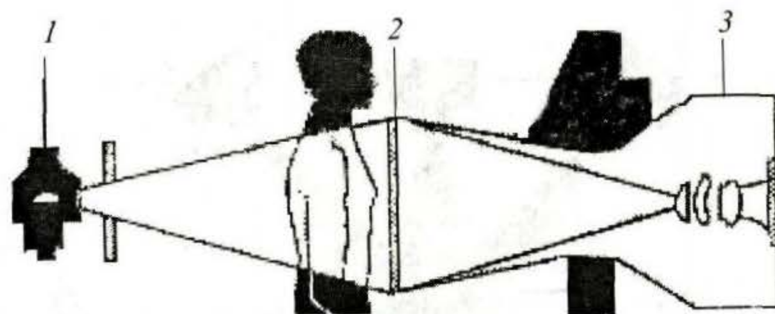


Fig. 9. Schema de principiu a radiofotografiei: *1* – tub de raze *X*; *2* – ecran radioscopic; *3* – sistem de lentile.

C a m e r a o b s c u r ă reprezintă laboratorul fotografic necesar oricărui serviciu de radiologie care este prevăzut cu aparatură capabilă să execute radiografii.

Aici (în camera obscură) au loc o serie de procedee chimice succesive care au rolul de a pune în evidență imaginea latentă aflată pe filmul radiografic impresionat de razele Roentgen, procedee care în totalitatea lor constituie ceea ce numim manipulare fotografică.

Manipulările ce se efectuează în camera obscură sunt următoarele:

a) *developarea sau revelarea* este prima operațiune care, sub influența unor substanțe reductoare, face să devină evidente modificările latente apărute sub acțiunea radiațiilor Roentgen ale halogenurilor de argint (clorurile și bromurile) în unire cu nitratul în emulsie de gelatină. Developarea se termină odată cu apariția completă a imaginii radiografice;

b) *spălarea intermediară* constă în clătirea de câteva ori a filmului în apă curgătoare;

c) *fixarea imaginii* este operațiunea prin care se îndepărtează sărurile de bromură de argint neinfluențate de razele Roentgen (nereduse prin developare). Dislocarea acestei săruri de bromură de argint se face cu hiposulfit de sodiu.

Imaginea obținută pe film este permanentă, deci fixată, iar soluția folosită în această operațiune poartă denumirea de fixator;

d) *spălarea finală* are rolul de a îndepărta orice urmă de fixator, este o spălare îndelungată, minuțioasă;

e) *uscarea* se face în mod curent în uscătoare speciale, după care filmul radiografic se poate păstra un timp îndelungat. Culoarea filmului, de la cenușiu la negru intens, este în funcție de precipitatul de argint metalic rămas pe film, în urma acțiunii radiațiilor asupra particulelor de bromură de argint.

Aprecierea unei radiografii

Pe o radiografie corect executată și developată structura osoasă apare luminoasă și netă; părțile moi la fel sunt bine evidențiate, în timp ce partea de film ce nu corespunde suprafeței examinate apare uniform înnegrită. La o radiografie subexpusă structura osoasă apare slabă, iar părțile moi–evidente. Părțile libere ale filmului apar cenușii.

O radiografie supraexpusă apare întunecată, fără a se putea face diferențieri de imagini pe ea. Dacă developarea a fost efectuată insuficient, radiografia apare cenușie.

Imaginile de pe filmele radiografice pot fi bine interpretate, dacă au netitate și contrast.

Prin netitate înțelegem distingerea liniilor de contur ale imaginilor de pe filmul radiografic; ele trebuie să apară clare, distincte, precise.

Contrastul reprezintă raportul dintre alb și negru al unei imagini radiografice și rolul lui este de a pune în evidență detaliile acelei imagini.

F i l m u l r a d i o g r a f i c. În prezent se fabrică filme deosebit de sensibile, cu emulsie pe ambele fețe (dublă emulsie) spre deosebire de filmele foto care au un singur strat de emulsie sensibilă. Suportul filmului este format din acetat de celuloză, care arde mai greu decât hârtia și nu degajă gaze toxice.

Formatul filmelor radiografice este astăzi universal. Dimensiunile lor sunt: 13 x 18 cm; 18 x 24 cm; 24 x 30 cm; 30 x 40 cm;

15 x 40 cm; 35 x 35 cm, precum şi alte filme cu format mai mic pentru radiografii dentare.

E c r a n e l e î n t ă r i t o a r e au rolul de a reduce foarte mult timpul de expunere în cazul efectuării unei radiografii. Având o mare putere de întărire a imaginii ele sporesc netitatea acestora. Existenţa ecranelor întăritoare se bazează pe proprietatea unor substanţe de a emite radiaţii luminoase, adică de a deveni fluorescente sub acţiunea razelor *X*. Substanţa fluorescentă prin emisia de energie luminoasă influenţează la rândul ei emulsia sensibilă a filmului radiografic. În acest fel se adaugă la acţiunea proprie a razelor *X* asupra filmului şi acţiunea luminii emise de ecranele întăritoare.

Substanţa mai frecvent utilizată în acest scop este tungstatul de calciu, care produce sub influenţa razelor *X* o fluorescenţă de culoare albastră-violetă, ce influenţează foarte puternic emulsia sensibilă a filmului radiografic.

C a s e t e l e r a d i o g r a f i c e au rolul de a închide în interiorul lor filmele şi ecranele întăritoare astfel încât să nu pătrundă în ele nici o rază luminoasă, asigurând în acelaşi timp etanşeitatea perfectă a filmului cu cele două feţe ale foliilor.

Ele prezintă o faţă formată din aluminiu, pe unde pătrund razele *X*, şi o altă faţă formată dintr-o placă de metal rigid, unite între ele printr-o serie de resorturi. Pe fundul casetei este aplicată o bucată de pâslă subţire ce are dimensiunile casetei şi care asigură un contact uniform între film şi folie.

Mijloacele de contrast artificial folosite la examenele radiologice

Imaginea radiologică se formează datorită contrastului dintre negru şi alb care apare în urma absorbţiei inegale a razelor *X* la trecerea lor prin corpul omenesc. Constatăm deci prezenţa unui contrast natural fără vreo preparaţie specială determinată de diferenţele de greutate atomică, grosime, densitate etc. Deoarece nu orice organ poate fi viz lizat prin contraste naturale s-au obţinut

anumite substanţe care, introduse în organism, determină un contrast artificial. Substanţele de contrast pot fi:

a) radioopace care realizează aşa-numitul contrast pozitiv (lichide sau solide);

b) radiotransparente (sunt îndeosebi gazele).

Graţie acestor substanţe de contrast s-a putut realiza imaginea numai în mod parţial, creându-se metode speciale de lucru ca de exemplu: examenul radiologic gastrointestinal, angiocardiografia, arteriografia, flebografia, bronhografia, urografia, colecistografia etc.

Protecţia personalului din serviciile de radiologie

În laboratoarele de radiologie există pericolul unor acţiuni dăunătoare ale radiaţiilor ionizante atât asupra personalului medical, cât şi asupra bolnavilor. Aceste pericole, deşi nu sunt atât de grave şi frecvente ca în trecut datorită ameliorării tehnice a aparatului, nu trebuie totuşi subestimate. În laboratoarele de radiologie există un fond de radiaţie, care provine atât din fasciculul direct, cât şi din radiaţiile secundare emise de corpul bolnavului, de piesele aparatului, mobilier, pereţi etc. Aceste pericole nu trebuie nici exagerate; ele trebuie cunoscute, depistate şi reduse la minim, în măsura în care tehnica actuală o permite. Pericolele pot fi de două feluri: pericole de electrocutare şi pericole care ţin de radiaţiile *X*.

Efectul nociv al razelor *X* poate fi prevenit prin următoarele mijloace de protecţie:

– filtrarea razelor la ieşirea din tub pentru a înlătura radiaţiile mai dăunătoare. Aceasta se face cu ajutorul unui filtru de aluminiu cu o grosime de 0,5–2 mm;

– distanţa tub-piele nu trebuie să fie mai mică de 40 cm (intensitatea razelor scade cu pătratul distanţei);

– în timpul radiografiei corpul examinat trebuie să se afle la distanţa de cel puţin 1 m, protejat de un paravan de plumb;

– pereţii despărţitori, planşele etc. trebuie să fie groase, construite din materiale absorbante de raze *X*;

– folosirea şorţurilor de cauciuc plumbat cu un echivalent de 0,5 mm plumb;

– utilizarea măsurilor de protecţie cu un echivalent de 0,30 mm plumb;

– urmărirea poziţiei bolnavului şi comportamentul lui în timpul expunerii radiografice printr-un geam impregnat cu săruri de plumb;

– înzestrarea meselor rulante de lucru (pentru radioscopie) cu şorţuri din cauciuc plumbat cu un echivalent de cel puţin 0,5 mm plumb;

– aerisirea camerelor de lucru la anumite intervale în timpul orelor de muncă; aceste încăperi trebuie să aibă dimensiuni corespunzătoare pentru a nu se vicia aerul într-un timp scurt.

Tomografia computerizată

Tomografia axială computerizată denumită în terminologia anglo-saxonă *Computed Tomography* şi în literatura franceză tomodensitometrie, este o metodă de investigaţie care, deşi se bazează pe utilizarea razelor *X*, nu produce o imagine directă prin fasciculul emergent, ci prin intermediul unor numeroase măsurători dozimetrice cu prelucrarea matematică a datelor culese. Ea construieşte prin calcul imaginea radiologică a unui strat transversal al corpului examinat făcând astfel parte din cadrul noilor metode de imagistică medicală radiologică. Metoda a fost realizată în anul 1973 de G. Housfield pentru examenul craniului şi creierului. Ulterior tehnologia metodei a progresat în mod rapid şi a permis explorarea întregului corp fiind în prezent într-o continuă evoluţie.

Principiul metodei constă în aceea că o radiaţie Roentgen de secţiune foarte mică testează "o felie" a corpului pacientului în direcţie tangenţială, iar profilul intensităţii radiaţiei după traversarea corpului este înregistrată de un detector.

Dacă această testare liniară se repetă din numeroase unghiuri, atunci se poate calcula distribuţia spaţială a valorilor de absorbţie

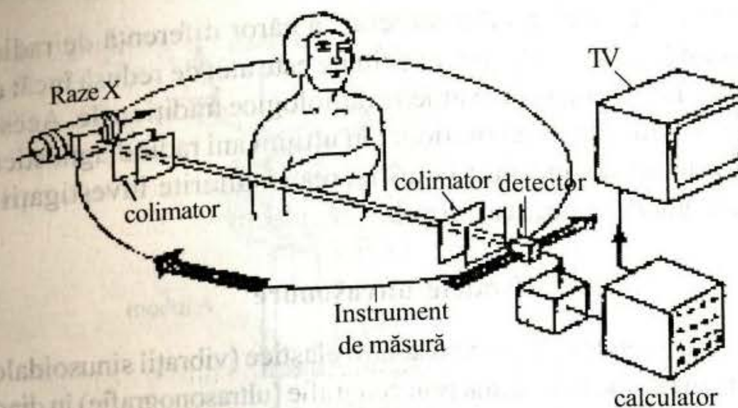


Fig. 10. Principiul de funcţionare al tomografului computerizat.

"în felie" a obiectului examinat şi se poate reda ca imagine. Pentru testarea obiectului se foloseşte un sistem radiaţii-receptor, constând dintr-un tub de raze *X* şi o mulţime de detectori de măsură dispuşi într-un sistem circular pe 360° (fig. 10). La aparatele mai noi tubul de raze *X* se deplasează pe o traiectorie circulară în jurul obiectului. În afara acestui cerc se află mai multe sute de detectori care rămân fixaţi în timpul examinării şi înregistrează atenuarea radiaţiei datorită absorbţiei ţesuturilor corpului.

Valorile de densitate (numerele de densitate) obţinute sunt transformate de calculator în trepte gri. Scara valorilor absorbite (scara Hausfield) se întinde de la + 1000 (oase), peste zero (apă), până la – 1000 (aer), deci 2000 de trepte sau chiar mai multe.

Deoarece la examinarea imaginii nu se pot distinge simultan toate treptele, trebuie efectuată o diagramare (printr-o aşa-numită fereastră) a porţiunii separate ale acestei gradaţii pentru a le putea dirija spre un diagnostic mai fin. Lăţimea şi înălţimea ferestrei va fi aleasă de examinator.

Informaţiile obţinute sunt convertite în imagini care se captează pe monitor şi se înregistrează pe bandă magnetică sau pe disc.

Computertomografia, în comparaţie cu radiografia tradiţională,

permite evidenţierea unor structuri a căror diferenţă de radio-opacitate faţă de ţesuturile învecinate este atât de redusă încât ea nu poate fi vizibilă prin examene radiologice tradiţionale. Acesta este avantajul care a revoluţionat în ultimii ani radiodiagnosticul convenţional făcând inutilă utilizarea în diferite investigaţii a substanţelor de contrast artificial.

Undele ultrasonore

Ultrasunetele (US) sunt oscilaţii elastice (vibraţii sinusoidale) folosite în practica medicală prin ecografie (ultrasonografie) în diagnostic, prin alte dispozitive în terapie. Frecvenţa ultrasunetelor reprezentată de numărul cicluri/secundă se exprimă în MHz. US folosite în medicină au frecvenţa de 1,5 MHz. Viteza cu care ultrasunetele străbat organele este în funcţie de densitatea şi elasticitatea acestora fiind aproximativ de 1500 m/s în părţile moi şi de aproximativ 300 m/s în ţesutul osos.

Ultrasunetele se propagă în linie dreaptă într-un mediu elastic omogen şi sunt reflectate ca ecouri la graniţa dintre organe cu densităţi diferite. Ultrasunetele nu se propagă în gaze, iar în oase, depuneri de calciu, se propagă în proporţii de 50%.

Pentru utilizarea în scopuri medicale ultrasunetele sunt emise cu ajutorul unei sonde adecvate pentru 5–6 frecvenţe standard şi captate cu ajutorul unui detector care transformă energia acustică reflectată în semnale electrice ce pot fi colectate, măsurate, vizualizate (fig. 11).

Ecografia poate fi:

– unidimensională (modul A): vizualizează ecourile captate sub forma unor defecţiuni care pornesc de la o linie orizontală, numită linie de bază; oferă informaţii asupra permeabilităţii sau rezistenţei organului la ultrasunete. Descoperirea omogenităţii de structură a regiunii examinate şi permite măsurarea distanţei dintre suprafeţele organelor. Este indicată în afecţiuni cardiovasculare;

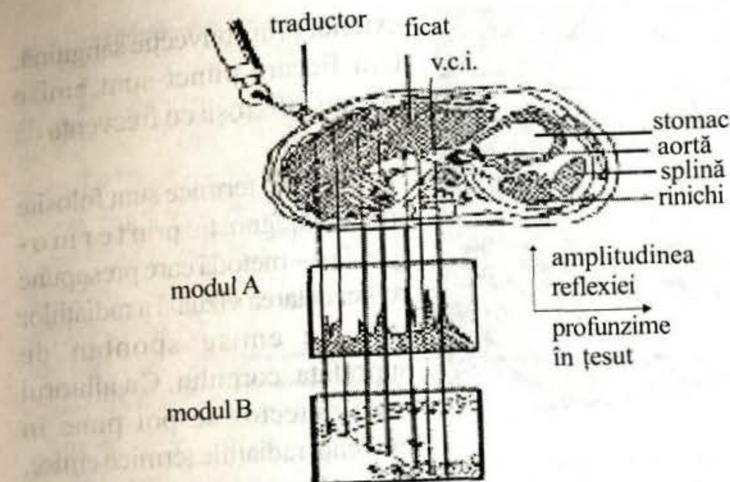


Fig. 11. Ecografie.

– bidimensională (modul B): ecourile transpuse electronic apar ca spoturi luminoase de-a lungul liniei de bază. Fiecare ecou va apărea pe ecran sub forma unui punct a cărui luminozitate va fi proporţională cu intensitatea ecoului;

– timp-mişcare (modul TM): permite analizarea mişcării organului examinat. Este utilă în studierea mişcărilor cordului. Cu ajutorul acestei metode sunt investigate, în primul rând, organele parenchimatoase (ficat, splină, cord, uter, căi biliare etc.).

Radiaţia infraroşie

Radiaţia infraroşie face parte din spectrul radiaţiilor electromagnetice, plasându-se după lungimea de undă imediat după lumina vizibilă. Corpul uman, ca urmare a proceselor metabolice ce au loc la nivelul tuturor ţesuturilor, emite căldură şi radiaţie infraroşie la nivelul pielii.

Din punct de vedere termodinamic, suprafaţa corpului – pielea – se comportă ca un ecran pe care se proiectează radiaţiile infraroşii. Căldura emisă de ţesuturile şi organele subiacente sunt transmise la

Fig. 12. Termografie mamară.

exterior prin convecție sanguină. Din fiecare punct sunt emise radiații infraroșii cu frecvența de 3–30 μm.

Undele termice sunt folosite în scop diagnostic prin t e r m o - g r a f i e – metodă care presupune reprezentarea vizuală a radiațiilor termice emise spontan de suprafața corpului. Cu ajutorul unui detector se pot pune în evidență radiațiile termice emise. Această reprezentare vizuală poate fi amplificată electronic, obținându-se o hartă termografică a suprafeței explorate. Imaginea obținută poate fi înregistrată pe o peliculă fotografică polaroid (fig. 12).

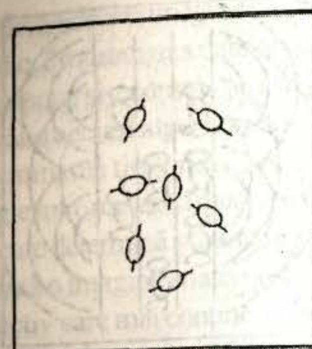
Imaginea este compusă din până la 100 linii de baleiaj și are puterea optică de rezoluție de 100 elemente/linie.

Aparatul este compus din trei părți: un detector (captarea radiației infraroșii); un dispozitiv prin care semnalul optic este transformat în semnal electric; un dispozitiv care transformă semnalul electric în lumină. Aparatul se amplasează într-o încăpere în care temperatura este de 21°C.

Cu ajutorul termografiei se înregistrează modificările de temperatură pe suprafața explorată ("zonele calde", "zonele reci"). Utilizarea termografiei este vastă, mai ales în afecțiuni dermatologice, vasculare, explorarea tumorilor părților moi etc.

Rezonanța magnetică nucleară

Rezonanța magnetică nucleară (RMN) constituie o metodă de investigație de ultimă actualitate, care se bazează pe fenomenul fizic al rotației protonilor de hidrogen (H^1) în jurul axului lor prin care se



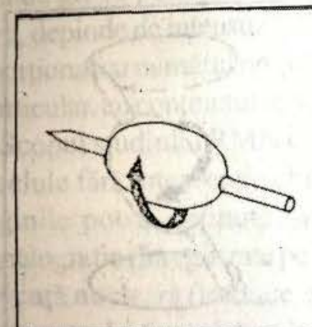
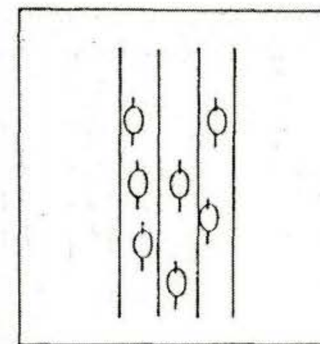


Fig. 13*a*. Nucleele de H^1 în stare de repaus sunt în dezordine, dispuse la întâmplare fără nici o preferință.



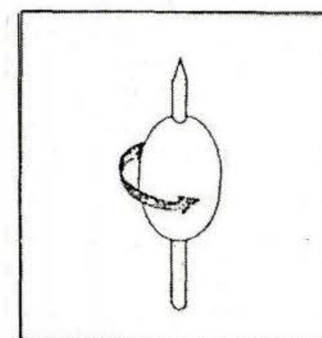


Fig. 13*b*. Într-un câmp magnetic puternic nucleele de H^1 se aliniază pe axele lor de-a lungul liniilor verticale.

dezvoltă un câmp magnetic propriu denumit spin. Sub spin se subînțelege momentul cinetic propriu particulelor în spațiu și poate avea valori semiîntregi sau întregi.

În stare de repaus protonii de H^1 din corpul omenesc sunt orientați haotic. Fiind supuși acțiunii unui câmp magnetic static intens (se folosesc câmpuri magnetice cu puterea medie între 0,3–0,6 și 1,5–2 T) care acționează din afara corpului, ei se orientează cu axul lor paralel sau perpendicular cu direcția câmpului magnetic (fig. 13). Sub acțiunea unui alt câmp exterior, prin intermediul unor bobine care emit un impuls scurt de radiofrecvență perpendicular pe

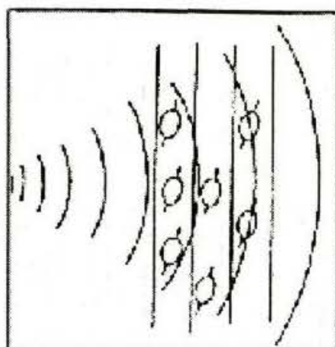
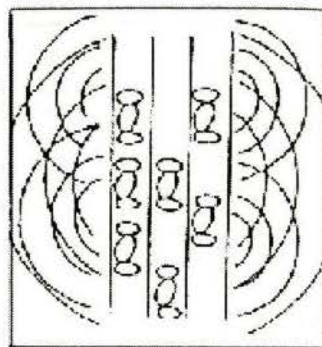
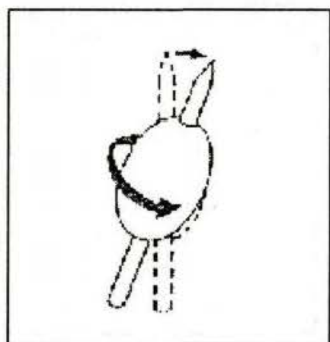
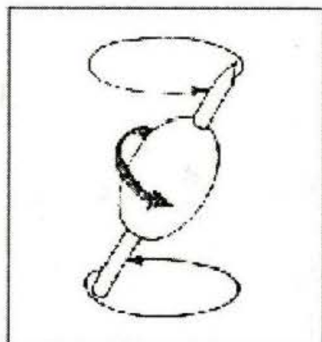





Fig. 14*a*. Impuls scurt de unde de frecvenţă radio perpendiculare pe câmpul magnetic (aplicate din exteriorul corpului omenesc).

Fig.14*b*. Semnalul sub formă de unde poate fi înregistrat de către bobinele receptoare.

direcţia câmpului principal, protonii îşi pierd orientarea şi alinierea şi revin la poziţia lor iniţială de echilibru, trecând printr-o fază de tangaj, care constă dintr-o mişcare de rotaţie asemănătoare mişcării unui titirez, în timpul căreia emit un semnal de rezonanţă ce este recepţionat de nişte bobine detectoare. Amplitudinea semnalului recepţionat este proporţională cu numărul de nuclee de H^1 din probă (fig. 14). Protonii de H^1 care se văd mai bine sunt cei legaţi de apă şi grăsimi. Aceste două medii dense în protoni apar albe; osul care conţine numai 15% apă apare negru ca şi plămânul. Fluidele, având protonii în mişcare, produc semnale foarte slabe.

Semnalele şi imaginea sunt recepţionate pe ecranul unui oscilograf catodic. Programarea datelor de tratament ale informaţiei, a operaţiilor în computer şi reconstrucţia imaginii se face ca şi în computertomografie, utilizând aceiaşi algoritmi. Informaţii suplimentare sunt obţinute prin determinarea timpului de relaxare care caracterizează transferul de energie între nuclee şi mediul înconjurător şi a timpului de relaxare spin-spin care determină schimbul de energie între nuclee. Aceste informaţii prezintă o imagine anatomo-tomografică a nucleelor de H^1 în organul respectiv care mai conţine şi date funcţionale. Contrastul imaginii, pe scara de gri cu peste 250 de nuanţe între cele două extreme alb şi negru, depinde de intensitatea spinului respectiv al rezonanţei şi este proporţional cu numărul protonilor liberi excitaţi din volumul studiat, în particular, cu conţinutul în H_2O.

Scopul studiului RMN este explorarea la om a atomului de H^1 din celule fără intervenţie chirurgicală, fără biopsie şi fără raze *X*. Imaginile pot fi obţinute în: a) magnetoscopie (pe ecran) sau magnetografie (înregistrate pe disc, bandă magnetică); b) spectrul de frecvenţă nucleară (traduce natura chimică a atomului explorat); c) parametrul – timpul de relaxare care permite aprecierea de mare fineţe morfologică şi funcţională (timp de relaxare mărit în procese oncologice).

FIZICA NUCLEARĂ

Radioactivitatea

În ultimii ani ai secolului al XIX-lea s-au făcut două mari descoperiri, care au permis să se arunce o privire în interiorul atomului şi să se rezolve o serie de probleme referitoare la structura lui: au fost descoperite razele *X* şi fenomenul radioactivităţii. În 1895, Roentgen, observând luminescenţa unei serii de substanţe sub acţiunea unui flux de electroni rapizi (razele catodice), a descoperit că în locul unde electronii cad pe substanţă ia naştere o nouă formă de radiaţie. Curând, după descoperirea făcută de Roentgen, fizicianul francez Becquerel,

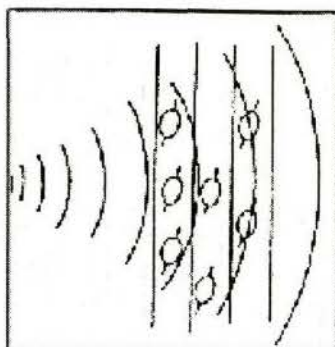
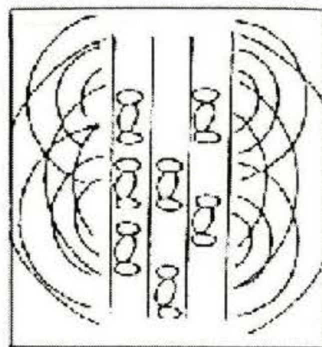
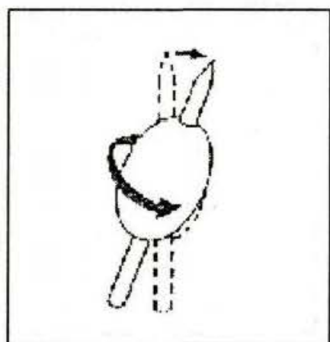
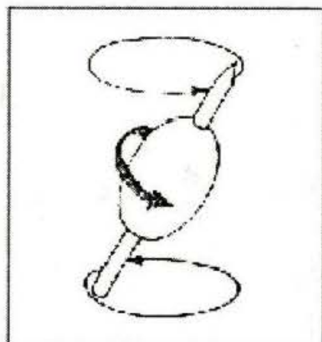





Fig. 14*a*. Impuls scurt de unde de frecvenţă radio perpendiculare pe câmpul magnetic (aplicate din exteriorul corpului omenesc).

Fig.14*b*. Semnalul sub formă de unde poate fi înregistrat de către bobinele receptoare.

direcţia câmpului principal, protonii îşi pierd orientarea şi alinierea şi revin la poziţia lor iniţială de echilibru, trecând printr-o fază de tangaj, care constă dintr-o mişcare de rotaţie asemănătoare mişcării unui titirez, în timpul căreia emit un semnal de rezonanţă ce este recepţionat de nişte bobine detectoare. Amplitudinea semnalului recepţionat este proporţională cu numărul de nuclee de H^1 din probă (fig. 14). Protonii de H^1 care se văd mai bine sunt cei legaţi de apă şi grăsimi. Aceste două medii dense în protoni apar albe; osul care conţine numai 15% apă apare negru ca şi plămânul. Fluidele, având protonii în mişcare, produc semnale foarte slabe.

Semnalele şi imaginea sunt recepţionate pe ecranul unui oscilograf catodic. Programarea datelor de tratament ale informaţiei, a operaţiilor în computer şi reconstrucţia imaginii se face ca şi în computertomografie, utilizând aceiaşi algoritmi. Informaţii suplimentare sunt obţinute prin determinarea timpului de relaxare care caracterizează transferul de energie între nuclee şi mediul înconjurător şi a timpului de relaxare spin-spin care determină schimbul de energie între nuclee. Aceste informaţii prezintă o imagine anatomo-tomografică a nucleelor de H^1 în organul respectiv care mai conţine şi date funcţionale. Contrastul imaginii, pe scara de gri cu peste 250 de nuanţe între cele două extreme alb şi negru, depinde de intensitatea spinului respectiv al rezonanţei şi este proporţional cu numărul protonilor liberi excitaţi din volumul studiat, în particular, cu conţinutul în H_2O.

Scopul studiului RMN este explorarea la om a atomului de H^1 din celule fără intervenţie chirurgicală, fără biopsie şi fără raze *X*. Imaginile pot fi obţinute în: a) magnetoscopie (pe ecran) sau magnetografie (înregistrate pe disc, bandă magnetică); b) spectrul de frecvenţă nucleară (traduce natura chimică a atomului explorat); c) parametrul – timpul de relaxare care permite aprecierea de mare fineţe morfologică şi funcţională (timp de relaxare mărit în procese oncologice).

FIZICA NUCLEARĂ

Radioactivitatea

În ultimii ani ai secolului al XIX-lea s-au făcut două mari descoperiri, care au permis să se arunce o privire în interiorul atomului şi să se rezolve o serie de probleme referitoare la structura lui: au fost descoperite razele *X* şi fenomenul radioactivităţii. În 1895, Roentgen, observând luminescenţa unei serii de substanţe sub acţiunea unui flux de electroni rapizi (razele catodice), a descoperit că în locul unde electronii cad pe substanţă ia naştere o nouă formă de radiaţie. Curând, după descoperirea făcută de Roentgen, fizicianul francez Becquerel,

studiind fosforescența sărurilor de uraniu a descoperit, în 1896, fenomenul r a d i o a c t i v i t ă ț i i. Cristalele mineralelor care conțin săruri de uraniu, fiind aplicate pe o placă fotografică și iluminate în prealabil cu lumină vizibilă, dădeau urme pe placă în punctele unde se găseau sărurile de uraniu.

La 27 februarie 1896, Becquerel a fost nevoit să-și întrerupă experimentele pentru câteva zile. În acest timp o bucată de mineral neiradiat s-a aflat pe o placă fotografică într-o cameră întunecoasă. După developarea plăcii fotografice s-a obținut un rezultat imprevizibil: placa s-a înnegrit exact la fel în punctele unde existau săruri de uraniu. Experimentele ulterioare au arătat că această capacitate a sărurilor de uraniu de a înnegri placa fotografică nu scade cu timpul și nu este legată nicidecum de iradierea în prealabil a mineralului. Era clar că însăși sarea de uraniu este sursa unor raze invizibile care se emit spontan și înnegresc placa fotografică.

După un timp Mary Sklodowska-Curie, cercetând diferite substanțe, a descoperit că compușii toriului, ca și ai uraniului, emit spontan anumite raze invizibile care înnegresc placa fotografică. Această proprietate a atomilor de a emite spontan, fără influență din afară, raze invizibile care acționează asupra plăcii fotografice, a fost numită r a d i o a c t i v i t a t e, iar atomii respectivi – r a d i o a c t i v i.

Continuând experimentele sale, Mary Sklodowska-Curie a descoperit un fenomen ciudat: unele săruri de uraniu produceau o înnegrire mai accentuată a plăcii fotografice decât sărurile pure ale uraniului sau uraniul pur. Ea a presupus că aceste minerale conțin un adaos neînsemnat dintr-un element necunoscut, care are o radioactivitate mult mai mare decât uraniul. Mary Sklodowska-Curie, împreună cu soțul său, Pierre Curie, s-au ocupat de izolarea acestui element din minereurile naturale de uraniu. Efectuând o muncă foarte grea, ei au obținut niște combinații de bismut și bariu care aveau o radiație foarte intensă. Elementul radioactiv conținut în compușii bismutului a fost numit p o l o n i u, iar elementul conținut în compușii bariului a fost numit r a d i u. Aceste două elemente, care erau de

natură chimică diferită, nu au fost separate sub formă pură și existența lor era dovedită numai de radiația lor.

Pentru demonstrarea definitivă a existenței poloniului și radiului era necesar ca ele să fie separate în cantitățile necesare pentru stabilirea proprietăților lor fizice și chimice. Prelucrând tone de minereu de uraniu, Mary Sklodowska-Curie a separat 0,5 g de clorură de radiu. Din sarea de radiu ea a obținut radiu pur, un metal moale, alb-argintiu, asemănător bariului prin proprietățile sale. Cercetările au arătat că intensitatea radiației emisă de radiu este de milioane de ori mai mare decât cea a uraniului.

Natura radiațiilor radioactive

Cercetările au arătat că radiația radioactivă este complexă. Dacă preparatul de radiu este închis într-o cutie de plumb ce are o deschizătură și această cutie este așezată între două plăci încărcate cu sarcini de semn contrar (fig. 15), radiația care iese prin deschizătură se împarte în trei fascicule: radiațiile deviate către placa pozitivă s-au numit particule β, radiatiile deviate către placa negativă s-au numit particule α, iar razele care nu suferă nici o deviație s-au numit raze γ. Prin urmare, particulele α poartă sarcină pozitivă, particulele β – sarcină negativă, iar razele γ nu poartă sarcină electrică.

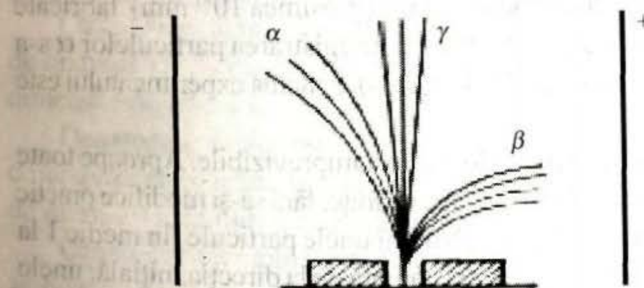


Fig. 15. Schema experimentului de scindare a radiațiilor substanțelor radioactive într-un câmp magnetic.

Tabelul 1

Caracteristicile radiațiilor ionizante

Caracteristici \ Raze	α	β	γ
Sarcina	++	–	0
Masa	4	1/1840 H^1	0
Viteza de propagare	20 000 km/s	270 000 km/s	300 000 km/s
Parcursul în aer	20 cm	20 m	100 m
Parcursul în substanță (puterea de penetrare)	0,5 mm	0,5 cm	0,5 m
Densitatea de ionizare	10 000 p/i/mm	10 p/i/mm	1/p/i/mm

Structura atomului

Studiul fenomenelor radioactivității a adus la mai multă claritate în cunoașterea structurii atomului.

În 1904, Thomson a propus primul model de atom; el concepea atomul ca o sferă încărcată pozitiv, în interiorul căreia sunt dispuși în mod simetric electronii. Acest model static de atom nu corespundea însă realității. Experimentele lui Rutherford, efectuate în 1911, au distrus modelul lui Thomson și au servit ca bază pentru crearea modelului nuclear al atomului.

Rutherford a avut scopul să explice modul de distribuție a sarcinilor în atom. Pentru aceasta, el a studiat trecerea unui fascicul de particule α prin foițe foarte subțiri (grosimea 10^{-3} mm) fabricate din diferite substanțe solide. Pentru înregistrarea particulelor α s-a utilizat un ecran de sulfură de zinc (ZnS). Schema experimentului este dată în fig. 16.

Rezultatele experimentelor au fost imprevizibile. Aproape toate particulele α treceau liber prin diferite foițe, fără să-și modifice practic energia și direcția de mișcare. Numai unele particule (în medie 1 la 500 000) sufereau o deviație pronunțată de la direcția inițială; unele dintre ele începeau, după interacțiunea cu foița, să se miște în sens invers și dădeau scintilații pe ecranul situat înaintea foiței.

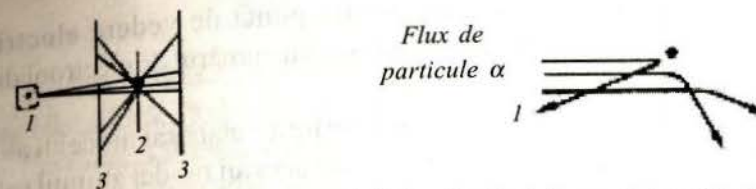


Fig. 16. Schema experimentului lui Rutherford: *1* – sursă de particule α; *2* – foiță; *3* – ecrane de ZnS.

În baza acestor date experimentale s-au tras o serie de concluzii foarte importante.

1. Întrucât majoritatea particulelor α treceau prin foită fără a-și schimba, practic, energia și direcția de mișcare, rezultă că ele treceau printr-un spațiu fără particule. De aici rezultă că particulele materiale din foiță se află la distanțe foarte mari una de alta și ocupă în atom doar un volum neînsemnat.

2. Faptul că unele particule α sufereau o deviație pronunțată în urma interacțiunii lor cu foița, și că o parte a lor își modificau sensul de mișcare, mișcându-se înapoi, dovedea că ele au fost deviate de partea încărcată pozitiv a atomului, care are o masă relativ mare.

3. Întrucât numărul de particule α care au suferit o deviație pronunțată este relativ mic (1:500 000), rezultă că partea încărcată pozitiv a atomului ocupă un volum neînsemnat.

Partea încărcată pozitiv a atomului, care ocupă un volum neînsemnat și reprezintă aproape toată masa lui, a fost numit n u c l e u.

Calculele au arătat că dimensiunile nucleelor diferitor atomi sunt de ordinul 10^{-13} cm, adică sunt de 100 000 de ori mai mici decât dimensiunile atomilor.

Deoarece în nucleu este concentrată aproape toată masa atomilor ce au dimensiuni neînsemnate, densitatea nucleelor este extraordinar de mare – o mărime de ordinul 10^{15} g/cm^3.

Următorul exemplu poate să ne dea o imagine a micimii dimensiunilor nucleelor și a densității lor enorme. Volumul tuturor nucleelor conținute în 1 m^3 de apă reprezintă a milioana parte dintr-un milimetru cub, deși greutatea lor este de aproximativ o tonă.

Întrucât atomul este neutru din punct de vedere electric rezultă că numărul atomic (Z) este egal cu numărul de electroni din atom (N).

În urma acestor constatări, Rutherford a elaborat modelul atomic similar sistemului solar. Conform acestui model atomul este compus din două elemente principale: un nucleu central cu sarcină pozitivă şi periferia alcătuită dintr-un anumit număr de electroni situaţi la distanţe mari de "sâmburele" central.

Electronii se mişcă cu viteze foarte mari în jurul nucleului atomic pe orbite circulare. Aceste viteze mari sunt necesare, deoarece, electronii, având sarcini de sens opus, ar putea fi atraşi de nucleu.

Concepţia lui Rutherford a fost perfecţionată în 1913 de către N. Bohr, care a aplicat pentru modelul atomic, concluziile teoriei cuantice ale lui Planck-Einstein.

Distribuţia electronilor pe circumferinţe a fost înlocuită cu gruparea lor pe nivele energetice. Fiecărui nivel îi aparţine un anumit număr de electroni care îl umple sau îl saturează. Electronii unuia şi aceluiaşi nivel se caracterizează printr-o rezervă de energie aproape identică. Deci, ei se găsesc aproximativ pe acelaşi nivel energetic. Întregul înveliş electronic al atomului se descompune în nivele energetice, notate prin literele K, L, M...

Electronii fiecărui nivel următor se găsesc pe un nivel energetic mai superior decât electronii din nivelul precedent.

Când un atom primeşte o anumită cantitate de energie, această energie este captată de un electron orbital, astfel el nu mai poate rămâne pe orbita respectivă, ci se deplasează pe orbita cu energie mai mare, deci cu un număr cuantic mai mare. Aşa stare de instabilitate se numeşte stare de excitaţie a atomului, care se termină cu reîntoarcerea electronului pe orbita iniţială. Trecerea unui electron de pe orbita exterioară pe alta interioară este însoţită de emisia unei cuante de lumină.

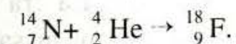
Structura nucleului

Studiul radioactivităţii a arătat că nucleele nu sunt particule imuabile, simple, ci au o structură complexă.

Folosind particulele α ca proiectile, Rutherford a realizat, in 1919, dezintegrarea artificială a nucleului atomului de azot. Aceasta a fost prima reacţie nucleară. Când particula α este captată de nucleul de azot, acesta din urmă emite un nucleu de hidrogen $^{1}_{1}H$, şi se transformă în nucleu de oxigen $^{17}_{8}O$.

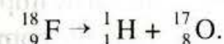
Cercetările ulterioare au arătat că reacţia nucleară se petrece în două faze.

a) Mai întâi particula α pătrunde în nucleul de azot, ceea ce duce la formarea unui nucleu intermediar nestabil de fluor:



$$^{14}_{7}N + ^{4}_{2}He \rightarrow ^{18}_{9}F.$$

b) Acest nucleu intermediar, compus, se descompune aproape instantaneu, emiţând un nucleu de hidrogen şi transformându-se într-un nucleu de oxigen:



$$^{18}_{9}F \rightarrow ^{1}_{1}H + ^{17}_{8}O.$$

Dezintegrarea nucleelor şi alte procese elementare pot fi observate cu ajutorul camerei Wilson sau a plăcilor fotografice – se pot vedea urmele diferitelor particule încărcate.

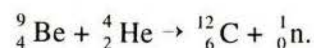
Ulterior s-au descoperit reacţii nucleare analoge pentru o serie de alte elemente (F, Şi, S, K etc.). Toate aceste reacţii sunt însoţite de emiterea nucleelor de hidrogen. De aici s-a tras concluzia că nucleele de hidrogen intră în componenţa nucleelor mai complicate. Nucleul de hidrogen, fiind cel mai simplu, a fost numit proton. Astfel s-a emis ipoteza că protonii sunt elemente componente ale tuturor nucleelor.

Este uşor de înţeles că toate nucleele nu pot fi compuse numai din protoni, întrucât în acest caz ele ar avea numere atomice egale cu numerele lor de masă A.

Studiile experimentale precum şi considerentele teoretice au arătat că în nucleu nu pot exista electroni. Cercetările ulterioare

făcute asupra transformărilor artificiale ale nucleelor sub acțiunea particulelor α, au adus la descoperirea unei noi particule – neutronul.

În anul 1930, Irene Joliot-Curie și Frederic Joliot-Curie au descoperit că la bombardarea beriliului cu particule α ia naștere o radiație extraordinar de penetrantă, care nu era deviată de câmpurile electrice și magnetice:



$$^{9}_{4}\mathrm{Be} + {}^{4}_{2}\mathrm{He} \rightarrow {}^{12}_{6}\mathrm{C} + {}^{1}_{0}\mathrm{n}.$$

Aceste raze "berilice" treceau printr-un strat de plumb de câțiva metri grosime.

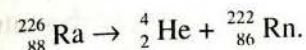
În 1932, Chadwick, studiind interacțiunea acestei radiații cu nuclee de mase diferite, a arătat că ea reprezintă un flux de particule neutre și a măsurat masa acestor particule. Ea era aproape egală cu masa protonului. Astfel de particule, care nu au sarcină, dar au numărul de masă 1, au fost numite – n e u t r o n i, cu notația $^{2}_{0}\mathrm{n}$.

Toate reacțiile nucleare care au loc cu emisie de neutroni, precum și reacțiile produse de neutroni ne impun să tragem concluzia că neutronii, ca și protonii, sunt elemente componente ale nucleelor.

Nucleele atomilor sunt extraordinar de stabile. Pentru a produce dezagregarea nucleelor trebuie să se cheltuiască o energie foarte mare. Aceasta arată că între protonii și neutronii din nucleu acționează forțe de atracție reciprocă foarte mari. Experimentele arată că aceste forțe acționează numai la distanțe foarte mici, comparabile cu dimensiunile particulelor nucleare, adică între protoni sau între neutroni, cât și între protoni și neutroni. Ele se deosebesc după natura lor de forțele electrice și se numesc forțe nucleare. Forțele de interacțiune dintre neutroni și protoni sunt mai mari decât forțele de interacțiune între particulele nucleare de același fel (protoni și protoni, neutroni și neutroni) și de aceea, dintre nucleele ușoare cele mai stabile sunt acele nuclee care conțin cel mai mare număr de perechi de protoni și neutroni, adică un număr aproape egal de protoni și neutroni. Dacă nucleele conțin prea mulți protoni sau neutroni, ele nu sunt stabile și se dezintegrează.

Dezintegrarea radioactivă naturală a nucleelor

Dacă radiul este închis ermetic într-un vas peste un timp se formează două substanțe gazoase: heliul și o nouă substanță radioactivă numită emanație de radiu sau radon. Această transformare poate fi notată în modul următor:



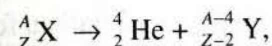
$$^{226}_{88}\mathrm{Ra} \rightarrow {}^{4}_{2}\mathrm{He} + {}^{222}_{86}\mathrm{Rn}.$$

Astfel s-a dovedit că radiul se transformă în mod spontan și neîntrerupt în radon și heliu.

Atomii de uraniu, toriu, poloniu emit, de asemenea, particule și se transformă în alte nuclee.

Legea după care se modifică nucleele radioactive prin dezintegrarea α se numește *lege de deplasare*.

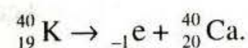
La dezintegrarea α, din nucleul primar se formeaza un nou nucleu cu numărul de masă cu 4 unități mai mic și numărul atomic cu 2 unități mai mic decât al nucleului primar. Dezintegrarea α se scrie în mod simbolic în felul următor:



$$^{A}_{Z}\mathrm{X} \rightarrow {}^{4}_{2}\mathrm{He} + {}^{A-4}_{Z-2}\mathrm{Y},$$

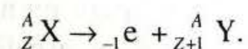
unde X indică nucleul inițial, Y – nucleul format, A – numărul de masă, iar Z – numărul atomic.

În afară de nucleele α–active, adică nucleele care emit particule α, mai există nuclee β–radioactive care emit particule β. Și în acest caz, nucleele inițiale se transformă în nuclee ale altor elemente:



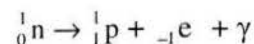
$$^{40}_{19}\mathrm{K} \rightarrow {}_{-1}\mathrm{e} + {}^{40}_{20}\mathrm{Ca}.$$

La dezintegrarea β se formeaza, de asemenea, un nucleu nou, cu același număr de masă, dar cu numărul atomic cu o unitate mai mare decât al nucleului inițial. Dezintegrarea se scrie în mod simbolic în felul următor:



$$^{A}_{Z}\mathrm{X} \rightarrow {}_{-1}\mathrm{e} + {}^{A}_{Z+1}\mathrm{Y}.$$

Numărul atomic se mărește cu o unitate din cauza că:



$${}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{1}_{1}p + {}_{-1}e + \gamma$$

un neutron al nucleului inițial se transformă în proton emanând un electron.

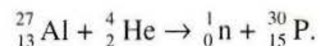
Dacă, ca rezultat al unei dezintegrări β se formează un nucleu excitat, adică un nucleu cu energie în exces, atunci acest nucleu, ca și atomul, trece într-o stare normală, emițând energia de excitare sub formă de fotoni. Acești fotoni emiși de nucleele excitate se numesc cuante γ, iar un flux de astfel de cuante se numește radiație γ.

Două nuclee care au aceleași sarcină Z și masă A, și care se găsesc în stare energetică excitată mai mult de 10^{-9} secunde, se numesc *izomeri*.

În 1934, Frederic Joliot-Curie și Irene Joliot-Curie au făcut o descoperire foarte importantă: ei au obținut pentru prima oară pe cale artificială izotopi radioactivi ai elementelor, care se întâlnesc în natură sub formă de izotopi stabili. Astfel de izotopi s-au numit *izotopi radioactivi artificiali.*

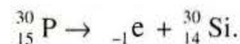
Primii izotopi radioactivi artificiali au fost obținuți prin bombardarea elementelor bor, magneziu, aluminiu cu particule α. La bombardarea aluminiului se emit neutroni și se obține un izotop care emite pozitroni. În 1932, Anderson, studiind radiația cosmică, a descoperit o nouă particulă elementară, având masa egală cu masa electronului, dar cu sarcina de semn opus. Această particulă a primit numele de *pozitron.*

Reacția nucleară care are loc în acest caz se poate nota în felul următor:



$${}^{27}_{13}Al + {}^{4}_{2}He \rightarrow {}^{1}_{0}n + {}^{30}_{15}P.$$

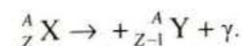
Izotopul ${}^{30}_{15}P$ este nestabil și dezintegrează, emițând un pozitron:



$${}^{30}_{15}P \rightarrow {}_{-1}e + {}^{30}_{14}Si.$$

Soții Joliot-Curie au descoperit nu numai radioactivitatea artificială, ci și un nou fel de dezintegrare radioactivă – dezintegrarea

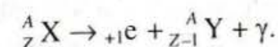
pozitronică – care nu se întâlnește la elementele radioactive naturale. La dezintegrarea pozitronică, din nucleul primar se formează un alt nucleu, cu același număr de masă, dar cu numărul atomic cu o unitate mai mic decât al nucleului primar. Dezintegrarea pozitronică se notează simbolic în felul următor:



$${}^{A}_{Z}X \rightarrow + {}^{A}_{Z-1}Y + \gamma.$$

În acest caz, ca și în cazul altor feluri de dezintegrare, nucleul format poate să se găsească în stare excitată și să radieze energia în exces sub formă de cuante γ.

Există încă un fel de transformare a nucleelor, așa-numita *captare – K*. În acest proces nucleul captează un electron de pe unul din învelișurile electronice ale atomilor, cel mai des de pe învelișul *K*, și se transformă într-un alt nucleu, cu același număr de masă, dar cu numărul atomic cu o unitate mai mic. O astfel de transformare se poate nota simbolic:



$${}^{A}_{Z}X \rightarrow {}_{+1}e + {}^{A}_{Z-1}Y + \gamma.$$

Deoarece prin captarea *K* se înlătură electroni de pe învelișurile atomilor, acest proces este însoțit totdeauna de radiația Roentgen caracteristică.

Principiile de bază și metodele diagnosticului clinic cu radionuclizi

Uriașele progrese pe care tehnica modernă le-a obținut în ceea ce privește folosirea în scopuri pașnice a energiei nucleare se manifestă din plin prin aplicarea în biologie și în medicină a metodelor de studiu și explorare a proceselor metabolice cu ajutorul izotopilor radioactivi. Primii pași în această direcție au fost făcuți de biologul rus London (1904), chimistul ungur Heveși (1913) și medicul englez Hamilton (1939).

Metodele investigațiilor cu radionuclizi se bazează pe proprietățile

chimice şi biologice ale elementelor radioactive de a se acumula selectiv, în unele ţesuturi, precum şi pe proprietăţile lor fizice de a emana raze ionizante în mediul ambiant. Acest fapt ne oferă posibilitatea de a urmări circulaţia elementelor radioactive nu numai în mediul înconjurător, ci şi în obiectele biologice, cu ajutorul dispozitivelor speciale de înregistrare a acestor raze.

Metode de obţinere a preparatelor radiofarmaceutice

Elementul de bază al fiecărui preparat radiofarmaceutic (PRF) îl reprezintă un radionuclid. Prin termenul *nuclid* se subînţelege un grup de nuclee cu o structură determinată. Nuclizii se deosebesc unul de altul prin greutatea atomică şi numărul de ordine sau sarcină.

În prezent, majoritatea radionuclizilor folosiţi în diagnosticul clinic se obţin pe cale artificială, şi anume, în reactorul nuclear ciclotron şi în generatorul-radionuclid.

În reactorul nuclear radionuclizii pot fi obţinuţi pe două căi. Prima cale constă în bombardarea nucleelor atomilor stabili cu neutroni. În funcţie de scop pot fi folosiţi neutroni lenţi sau rapizi.

A doua cale, care e folosită mai des, prevede obţinerea radionuclizilor în urma reacţiei de finisare a nucleului de ^{235}U sau ^{239}Pu sub acţiunea neutronilor. În aşa fel pot fi obţinute următoarele elemente: ^{137}Cr, ^{90}Sr, ^{131}I, ^{132}I, ^{133}Xe.

În ciclotron radionuclizii se obţin în urma bombardării nucleelor atomilor stabili cu particule încărcate (protoni, deutroni, ioni ş.a.).

Generatoarele sunt folosite ca sursă secundară de obţinere a radionuclizilor cu o viaţă de scurtă durată cum sunt: ^{132}I ($T_{1/2}$=2,4 ore); ^{99m}Tc ($T_{1/2}$= 6 ore); ^{113m}In ($T_{1/2}$= 1,74 ore).

Drept exemplu ne poate servi generatorul de obţinere a radionuclidului metastabil ^{99m}Tc.

Elementele principale ale fiecărui generator sunt învelişul de protecţie din plumb, coloana de schimb ionic şi sistemul de comunicare.

În coloana de schimb ionic se găseşte sarea insolubilă de molibden – 99, care în urma dezintegrării nucleului (prin captarea de electroni) se transformă în techneţiu – ^{99m}Tc, mai exact se obţin ioni de pertecnetat

(TcO_4). Ionii de pertecnetat pot participa în reacţiile de schimb cu ionii de clor din clorura de natriu. Această proprietate a ionilor de pertecnetat se află la baza dobândirii lor din generator. La trecerea soluţiei saline de clorură de natriu prin coloana de schimb ionic în eluant se obţine sarea solubilă a pertecnetatului de natriu Na^+ ($^{99m}TcO_4$). Periodic procedura se poate repeta. Având în vedere că perioada fizică de înjumătăţire a molibdenului e de 6 zile, generatorul poate produce pertecnetat timp de 3 săptămâni.

Unele caracteristici ale preparatelor radiofarmaceutice

Deşi se cunosc peste 1100 de izotopi radioactivi (radionuclizi) numai câţiva intră în componenţa trasorilor radioactivi folosiţi în medicină, printre aceştea numărându-se ^{197}Hg, ^{203}Hg, ^{131}I, ^{125}I, ^{75}Se, ^{198}Au, ^{32}P, ^{67}Ga, ^{99m}Tc (metastabil), ^{113m}In, ^{133}Xe. În ultimii ani, pentru trasorii radioactivi ce stau la baza medicinei nucleare s-a adoptat denumirea de preparate radiofarmaceutice (PRF). Preparatele radiofarmaceutice pot fi definite ca fiind substanţe ce conţin izotopi radioactivi şi sunt folosite drept agenţi de diagnosticare sau agenţi terapeutici, fără a exercita acţiunea farmacologică propriu-zisă.

Izotopii radioactivi în procesul de dezintegrare radioactivă pot fi caracterizaţi de natura şi energia radiaţiilor emise şi de timpul de înjumătăţire. În medicina nucleară se utilizează radionuclizii ce emit radiaţiile β şi γ. Deoarece radiaţiile β au o penetrabilitate limitată, ele se folosesc cu succes mai mult în terapie (cu scop diagnostic se întrebuinţează numai ^{32}P pentru a diferenţia tumorile maligne), în timp ce radiaţiile γ, radiaţii cu penetrabilitate mare, sunt cele mai adecvate în scintigrafie, studiul funcţiilor dinamice şi altele.

O constantă caracteristică fiecărui izotop radioactiv este perioada de înjumătăţire ($T_{1/2}$ fiz.) ce reprezintă timpul în care radioactivitatea izotopului scade la jumătate faţă de valoarea iniţială. În investigaţiile în vivo este important cunoaşterea perioadei de înjumătăţire biologică, ($T_{1/2}$ bio.) definită ca timpul în care activitatea

trasorului în organism scade la jumătate față de valoarea inițială. Timpul biologic de înjumătățire depinde de acumularea, distribuția, metabolismul și eliminarea PRF.

În scopul stabilirii diagnosticului, alegerea izotopilor radioactivi se efectuează în funcție de următoarele considerente: energia radiației γ emise trebuie să fie adecvată echipamentului de detecție sau măsurare. În general, sunt utilizate energii γ de 150–200 kV. Pe de altă parte, doza de radiații administrată pacientului trebuie să fie cât mai redusă. Este de asemenea de dorit ca, la sfârșitul investigației, doza de radiații datorită radioactivității reziduale din organism să scadă foarte mult. În acest scop sunt folosiți cu succes izotopi radioactivi cu viață scurtă, care au și avantajul că permit efectuarea de teste seriate la intervale scurte de timp.

S-a constatat că o serie de radionuclizi prezintă o afinitate selectivă pentru un organ particular (de exemplu, iodul pentru tiroidă). Uneori pentru investigare este suficient să se administreze pacientului nuclidul sub forma radioelementului, în timp ce în alte cazuri se utilizează tropismul unei molecule particulare pentru a concentra radionuclidul în organul studiat.

Molecule marcate se obțin prin substituția unui atom stabil din moleculă atât cu izotopul radioactiv corespunzător, cât și cu izotopi radioactivi ce aparțin altei grupe chimice. Folosirea unui izotop pentru substituirea altor izotopi ai aceluiași element este posibilă datorită faptului că toți nuclizii aceluiași element au proprietăți chimice identice. Un exemplu de substituție cu o altă grupă de izotopi îl constituie înlocuirea sulfului inactiv dintr-o serie de molecule naturale, ca metionina, prin seleniu radioactiv.

Introducerea în medicina nucleară a radioizotopilor cu viață scurtă a necesitat elaborarea unei noi tehnici de marcare rapidă a moleculelor. Această tehnică este bazată pe reacția ce are loc în timpul investigației dintre materialele prime, obținute în generatoare speciale, și reactivii prezentați sub formă de truse, kituri.

Produsele radiofarmaceutice, pentru a fi utilizate cu succes trebuie să satisfacă o serie de condiții:

– să fie pure, adică să nu conțină alți izotopi radioactivi sau radionuclidul într-o altă formă chimică;

– să prezinte stabilitate, deci izotopul radioactiv să rămână fixat în moleculă pentru a se putea urmări circulația sau acumularea sa în organism;

– izotopul radioactiv, cu care este marcat PRF, să fie ușor identificabil prin detectarea radiațiilor pe care le emite.

Cantitatea de trasor sau de compus marcat administrată trebuie să fie minimă, pentru a evita efecte biologice sau de iradiere nedorite.

De asemenea, se cere ca radiofarmaceuticul să fie eliminat rapid și complet după terminarea testului reducându-se astfel doza de iradiere a pacientului.

Radiofarmaceuticile tipice pentru diagnostic sunt prezentate în tabelul nr. 2.

Unitatea de medicină nucleară

Toate lucrările cu PRF necesită condiții speciale. Încăperile, unde se efectuează aceste lucrări, sunt înzestrate cu aparate și dispozitive speciale pentru protecția personalului și a pacienților de razele ionizante, precum și pentru a preîntâmpina poluarea cu izotopi radioactivi a mediului înconjurător.

Unitatea de medicină nucleară sau laboratorul cu radionuclizi constă din:

– camera de păstrare a PRF – depozit;
– camera de pregătire și preambulare a PRF;
– camera de obținere a radionuclizilor cu viață scurtă din generator;
– camera de spălat instrumentele poluate de PRF;
– sala de proceduri;
– cabinet – radiometrie;
– cabinet – gamatopografie;
– cabinet pentru diagnosticul in vitro;

Tabelul 2

PRF folosite în studiile in vivo ale proceselor anatomice şi fiziologice

Organul sau procesul studiat	*Radiofarmaceuticul*
Sângele şi lichidul interstiţial	^{51}Cr
– Volumul celulelor roşii şi timpul lor de viaţă	Albumina ^{131}I;
– Volumul plasmatic	Albumina ^{99m}Tc
Studii de perfuzie sanguină	Albumina ^{99m}Tc; Transferin ^{113m}In, ^{133}Xe-gaz
Anatomia şi fiziologia osoasă	Polifosfaţi şi fosfaţi marcaţi cu ^{99m}Tc
Creierul şi lichidul cefalorahidian	
– Scintigrafia creierului	^{99m}Tc
– Cisternografia	DTRA – ^{99m}Tc
Anatomia şi fiziologia ficatului	
– Activitatea reticuloendotelială	Coloizi ai ^{99m}Tc, ^{113m} In, ^{198}Au
– Excreţia biliară	Roz bengal cu ^{131}I; Mezida ^{99m}Tc; Hida ^{99m}Tc
Anatomia şi fiziologia pulmonului	
– Perfuzie sanguină regională	Macroagregate cu ^{131}I; ^{113m}In; ^{99m}Tc
– Ventilaţie regională	^{133}Xe-gaz
Anatomia şi fiziologia rinichiului	Iodohipuran cu ^{131}I şi ^{123}I Pentateh – ^{99m}Tc; DTRA – ^{99m}Tc
Funcţia şi scintigrafia tiroidei	Promeran ^{197}Hg Iodură cu ^{131}I; ^{99m}Tc

– filtru sanitar pentru personalul laboratorului, înzestrat cu duş şi dispozitive de înregistrare a nivelului de poluare a tegumentelor, îmbrăcămintei şi încălţămintei cu substanţe radioactive.

Bazele tehnice

Ionizarea şi excitarea atomilor sau moleculelor mediului ambiant sunt fenomenele fizice care stau la baza metodelor de înregistrare a nuclizilor radioactivi.

În funcţie de mediul în care se produce ionizarea sau excitarea, dispozitivele de detecţie sunt de trei tipuri: detectoare solide, lichide şi cu gaze.

Dispozitivele de detecţie cu gaze (camera de ionizare şi contoarele Geiger-Muller), utilizate mai ales în dozimetrie, în prezent

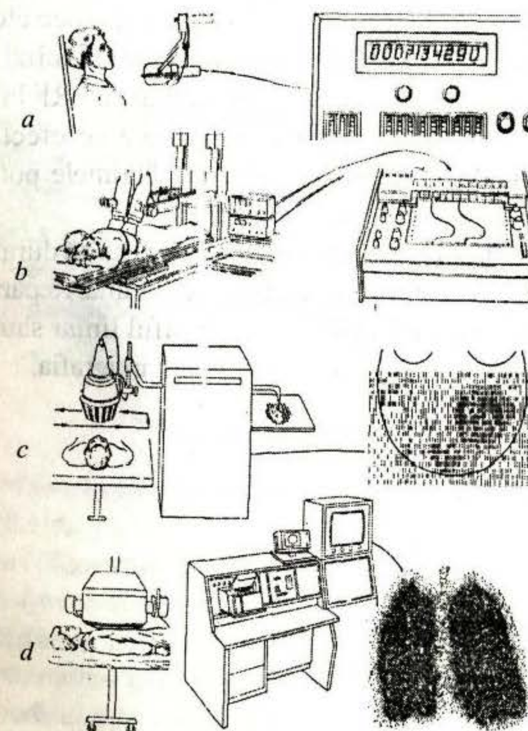


Fig. 17. Metode specifice de înregistrare în diagnosticul radionuclid: *a* – în formă de cifre – gamahronometria; *b* – în formă de curbe – gamahronografia; *c* – gamatopografia: în striuri (scanograma); *d* – în formă de scintilaţii (scintigrama).

au aplicabilitate redusă, deoarece în medicina nucleară acest tip de detectoare a fost înlocuit cu detectoare cu cristal de scintilaţie şi cu lichid de scintilaţie.

Detectorul cu cristal de scintilaţie este utilizat pentru detecţia energiei fotonice. Componentele de bază ale acestui detector sunt: cristalul scintilator, tubul fotomultiplicator şi sistemul de amplificare şi prelucrare a impulsului.

Pentru înregistrarea semnalului există mai multe posibilităţi. Dacă se efectuează studii cantitative impulsurile vor fi înregistrate de un contor, iar dacă se întreprind studii de distribuţie spaţială înregistrările se fac pe film, hârtie foto, bandă video etc. (fig. 17).

Metoda de bază a diagnosticului cu radionuclizi este radiometria. Determinarea nivelului de acumulare a PRF în organe sau conţinutul trasorului în probele biologice se efectuează prin intermediul radiometriei în formă de cifre. Ultimele pot avea valori absolute (impulsuri/min) sau relative (%).

Procesele fiziologice, cu o perioadă de scurtă durată sunt examinate radiometric în formă de curbe – radiografia. Repartiţia spaţială a PRF în organe e analizată cu scintigraful liniar sau camera de scintilaţie numită respectiv scanografia şi scintigrafia.

Capitolul II

DOZIMETRIA RADIAȚIILOR IONIZANTE

Radiațiile ionizante nu pot fi receptate de organele de simț, de aceea detectarea și aprecierea cantității lor se efectuează cu ajutorul unor aparate speciale, care funcționează conform principiului de determinare a schimbărilor fizico-chimice din substanțe ce apar în ele ca rezultat al acțiunii razelor ionizante.

Metodele de detectare și măsurare a cantității de raze ionizante sunt studiate într-un compartiment al fizicii numit dozimetrie. Deci, d o z i m e t r i a *este o știință care studiază principiile și mijloacele de înregistrare și apreciere cantitativă a radiațiilor ionizante.* Aparatele folosite pentru determinarea cantității de radiație se numesc *dozimetre*.

Sarcinile dozimetriei

– Determinarea cantității și calității razelor ionizante emise de sursa de radiație.

– Controlul surselor de protecție.

– Determinarea dozei de iradiere a pacientului și personalului în timpul procedurilor de diagnosticare.

– Determinarea dozei absorbite de suprafața iradiată și a dozei primite de medicul curant în timpul exercitării obligațiilor de serviciu.

– Determinarea calității și cantității radiațiilor ionizante.

Organismul este un mediu absorbant neomogen, de aceea transformările fizico-chimice, ca și efectele biologice care se produc în organism sub acțiunea razelor ionizante, sunt foarte complexe și

cantitativ greu de apreciat. În aplicarea radioterapiei ne interesează nu atât intensitatea fasciculului de radiații care pleacă de la o sursă, cât *cantitatea de radiații absorbită* în țesuturi. Această mărime fundamentală în radiologie se numește *doză*.

Drept unitate de măsură a dozei a fost adoptat roentgenul (R), unitate stabilită de Congresul Internațional de Radiologie din 1928. Un roentgen reprezintă acea cantitate de raze *X* sau γ, care provoacă formarea într-un centimetru cub de aer (la 0°C și 760 mm Hg) a unui număr de ioni care transportă o unitate electrostatică de electricitate sau cu alte cuvinte, 1 R produce într-un cm^3 de aer, în condițiile menționate, $2{,}082 \cdot 10^9$ perechi de ioni.

Se știe că energia medie necesară pentru formarea unei perechi de ioni este de 32,5 eV. Cunoscând această energie putem transforma unitatea R în alte unități. Astfel, pentru formarea a $2{,}083 \cdot 10^9$ perechi de ioni într-un cm^3 de aer se folosește o energie de $6{,}77 \cdot 10^4$ MeV. În Sistemul Internațional doza radiației în aer se măsoară în culoni pe kilogram (C/kg). Principiul de trecere a roentgenului în C/kg e următorul:

$$500\ R = 500 \cdot 2{,}58 \cdot 10^{-4}\ C/kg = 129 \cdot 10^{-3}\ C/kg = 129\ mC/kg;$$

$$1\ R = 2{,}58 \cdot 10^{-4}\ C/kg.$$

Dacă însă este necesar de a măsura energia absorbită în țesutul iradiat, atunci se utilizează unitatea r a d – adoptată în anul 1953. Rad – o abreviatură a cuvintelor engleze: Radiasion Absorbed Dose – este doza absorbită când unui gram de materie iradiată i se transmite o cantitate de energie egală cu 100 ergi. În baza relației amintite, o doză de radiație exprimată în roentgeni poate fi transformată în valori aproximative ale dozei absorbite în rad. Astfel 100 R ar fi echivalenți cu 84 rad, relație dedusă din faptul că 1 Roentgen transferă 84 ergi în 1 g de țesut.

Din anul 1980 ca unitate de radiație absorbită în țesutul iradiat se utilizează Gray (Gy) – energia radiației ionizante de 1 J absorbită de o substanță cu masa de 1 kg.

Efectul biologic depinde de ionizarea specifică pe care o produce fiecare tip de radiație. Spre exemplu, radiațiile corpusculare formate din particule egale (protoni, neutroni, particula alfa) produc de circa 10 ori mai mulți ioni decât razele *X* care traversează același țesut absorbant.

Pentru a estima eficacitatea biologică a radiațiilor ionizante a fost introdusă așa-numita doză echivalentă care se măsoară în J/kg și este egală cu produsul dintre doza absorbită și coeficientul eficacității biologice (coeficientul de calitate) a radiației ionizante. Coeficientul de calitate *k* pentru particulele β și razele γ este egal cu 1; particulele γ, neutronii rapizi 5–10; neutronii lenți 3–5. Până în 1980 unitatea de măsură a dozei echivalente a fost remul (rem – abreviatură a cuvintelor engleze *Rad Equivalent Man*), doză absorbită de orice radiație ionizantă care are același efect biologic ca și doza de 0,01 Gy de raze γ sau *X*. Pentru măsurarea dozei echivalente a fost propusă unitatea – sievert (Sv):

$$1\ Sv = 100\ rem = 100\ R;\ 1mSV \approx 100\ mrem = 100\ mR.$$

Cel mai frecvent utilizată unitate de măsură a activității sursei radioactive este c u r i e u l (Ci) – activitatea acelui preparat în care se dezintegrează în timp de o secundă $3{,}7 \cdot 10^{10}$ nuclee.

Întrucât unitatea curie reprezintă o activitate foarte mare, iar în practică avem adesea de-a face cu cantități mult mai mici de substanțe radioactive, se utilizează unități de activitate mai mici, derivate de la curie: 1 milicurie (mCi), reprezintă a mia parte dintr-un curie ($3{,}7 \times 10^7$ dezintegrări/secundă), și 1 microcurie (μC) – a milioana parte dintr-un curie ($3{,}7 \cdot 10^4$ dezintegrări/secundă).

În Sistemul Internațional unitatea de măsură a radioactivității este *bequerelul* (Bq) și reprezintă activitatea unui radionuclid care suferă o dezintegrare pe secundă, indiferent de natura radiației emise. Unități mai mari de măsură a radioactivității: kBq (1kBq = 1000 Bq) și MBq (1 MBq = 100 000 Bq).

În radioterapie se utilizează următoarele noțiuni de doză.

a) D o z a i n c i d e n t ă sau debitul tubului (doza în aer) este cantitatea de radiații, măsurată în aer.

b) D o z a d e s u p r a f a ț ă (la piele), adică doza eliberată de un fascicul de radiații la locul de intersecție a razei centrale cu suprafața cutanată a pacientului. Cu alte cuvinte, doza de suprafață este suma dozelor incidentă și adițională de raze difuzate care revin retrograd din profunzime la piele.

c) D o z a î n p r o f u n z i m e este doza absorbită în punctele situate la diferite nivele de adâncime ale volumului iradiat. Ea se măsoară cu ajutorul unei camere de ionizare situată la locul considerat în profunzimea țesutului iradiat și este egală cu suma dintre cantitatea de raze incidente care ajung în profunzime și doza adițională de raze difuzate la acest nivel.

Doza în profunzime este caracterizată de doza superficială, considerându-se doza superficială egală cu 100%. Pentru radiațiile generate prin betatron, prin supravoltaj sau prin bomba de cobalt radioactiv, procentul este mai mare decât 100, chiar la câtiva centimetri în profunzimea țesutului iradiat. De aceea, în asemenea cazuri se pot administra doze mari în profunzime fără a se produce leziuni ale pielii.

Deoarece măsurarea directă a dozei în profunzime în țesutul iradiat este numai rareori posibilă (prin introducerea unei camere de ionizare în cavitățile naturale ale organismului), se recurge la estimarea dozei în profunzimea unui fantom, adică a unui corp al cărui coeficient de absorbție este aproape identic cu al țesuturilor și organelor (fig. 18).

Cele mai frecvent utilizate substanțe în acest scop sunt apa, parafina și orezul. În baza măsurărilor efectuate referitor la doza în profunzime în aceste corpuri au fost elaborate tabele ale valorilor dozei în profunzime pentru anumite porți de intrare, adâncimi în țesutul iradiat, distanțe focar-piele și în funcție de calitatea radiației incidente (fig. 19).

Reprezentarea grafică a punctelor cărora le corespund aceleași doze superficiale sau de profunzime se numesc *curbe izodoze*.

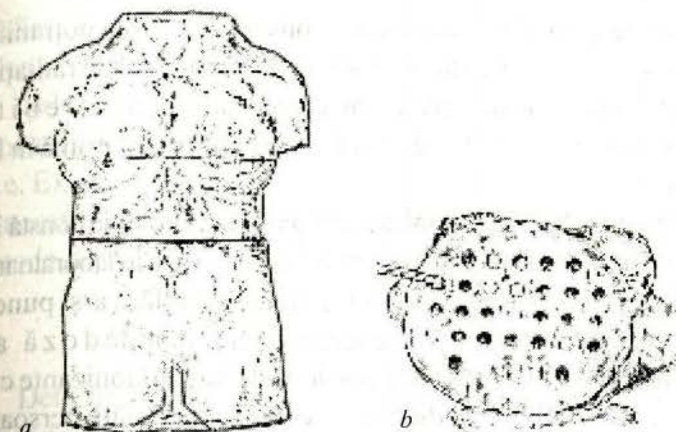


Fig. 18. Fantom pentru determinarea dozei în profunzime.

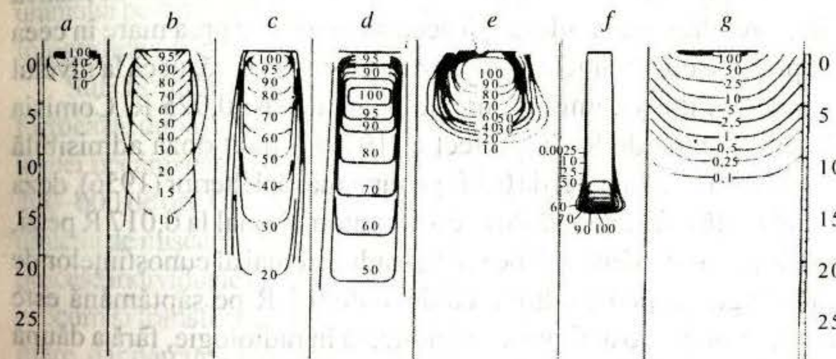


Fig. 19. Curbe izodoze ale diferitelor surse de iradiere: *a* – raze roentgen cu E = 40 kV; *b* – raze roentgen cu E = 200 kV; *c* – radiația γ; ^{60}Co; E = 1,2 MeV; *d* – raze de frânare; E = 25 MeV; *e* – electroni; E = 17 MeV; *f* – protoni; E = 190 MeV; *g* – neutroni lenți; E = 100 keV.

Aceste curbe, cât și tabelele ne ajută să aflăm distribuția dozei în profunzime, atunci când sunt iradiate anumite organe, în anumite condiții tehnice.

D o z a i n t e g r a l ă reprezintă raportul dintre doza de radiații în masa țesutului și se exprimă în rad/g (echivalent a 100 ergi), Gy/kg sau în orice altă unitate convenabilă de energie.

Utilizarea energiilor ridicate a impus introducerea noțiunii de d o z ă d e i e ș i r e, adică doza eliberată de un fascicul de radiații la suprafața prin care aceasta părăsește corpul pacientului. D e b i t u l d o z e i este doza de radiații pe o unitate de timp și se exprimă în R/h sau Gy/min.

Una din principalele sarcini ale protecției în radiologie constă în a stabili doza maximă de radiații pe care cei ce activează în laboratoarele de radiologie să o poată suporta timp îndelungat fără a-și pune în primejdie sănătatea lor și a descendenților. Se numește d o z ă a d m i s i b i l ă (d e t o l e r a n ț ă) acea doză de radiații ionizante care nu produce probabil o prejudiciere apreciabilă a sănătății persoanei respective. Pentru razele *X*, doza admisibilă a fost inițial stabilită pe baze empirice (Mutscheller, 1925) la 0,25 R pentru ziua de muncă de 7 ore. Presupunându-se că această doză este prea mare în ceea ce privește consecințele asupra urmașilor, s-a prevăzut că la nivelul gonadelor doza admisă zilnic nu poate depăși 0,025 R. Comisia Internațională de Radioprotecție (1950) a fixat doza admisibilă (corporală și gonadică) de 0,3 R pe săptămână. Ulterior (1956), doza admisibilă a fost redusă de acest for internațional la 0,017 R pe zi, 0,1 R pe săptămână, 5 R pe an. În stadiul actual al cunoștințelor de radiologie se poate admite că doza de 0,1 R pe săptămână este compatibilă cu o activitate îndelungată în radiologie, fără a dăuna sănătății. Legislația muncii, măsurile tehnico-organizatorice, aparatele moderne (amplificatoarele electronice de imagine, televiziunea etc.) ne permit astăzi să putem lucra în limitele dozei admisibile.

Măsurarea activității

Se știe că, particulele α, β și razele γ, trecand printr-o substanță, produc ionizarea. Diferența calitativă între acțiunea lor constă în aceea că se creează ionizări de diferite densități. Particulele α formează pe 1 cm parcurs în aer câteva zeci de mii de perechi de ioni, iar particulele β sau electronii produși în procesul de interacțiune

a radiației γ cu substanța creează în medie doar câteva zeci de perechi de ioni.

Cele mai precise metode de detectare și de măsurare a radiațiilor se bazează pe principiul colectării ionilor – metodele de ionizare. Există însă și alte metode de înregistrare care nu se bazează pe acest principiu. În continuare sunt analizate pe scurt aceste metode.

Metoda chimică (emulsiilor fotografice)

Detectarea radiațiilor cu ajutorul emulsiilor fotografice este, din punct de vedere istoric, prima metodă utilizată în acest scop. Însuși fenomenul radioactivității a fost descoperit ca rezultat al acțiunii radiației uraniului pe emulsia fotografică. Pentru prima oară, cu ajutorul emulsiei fotografice s-a înregistrat radiația Roentgen.

Sub influența particulelor încărcate pe placa fotografică se formează, după developare, grăunțe de emulsie înnegrite de-a lungul urmei fiecărei particule, care sunt vizibile la microscop la o mărire de 200–600 de ori. Cu ajutorul emulsiei fotografice se poate determina direcția de mișcare și traiectoria fiecărei particule, se pot studia diferite procese individuale elementare de interacțiune a particulelor încărcate, precum și transformările nucleare. Întrucât masa particulelor α este mare, dar parcursul lor este mic, ele formează pe emulsia fotografică o urmă dreaptă, scurtă, de grăunțe de emulsie înnegrite, așezate compact unele lângă altele. Electronii formează în emulsia fotografică urme sinuoase mai lungi, cu grăunțe așezate mai puțin compact (fig. 20). Avantajul acestei metode constă în posibilitatea de a înregistra fenomene care se întâmplă foarte rar, la intervalele mari de timp.

Metoda calorimetrică

Metoda calorimetrică se bazează pe măsurarea energiei radiațiilor și a activității preparatelor după efectul caloric care se obține la absorbția radiației de către substanță. În acest scop se folosesc

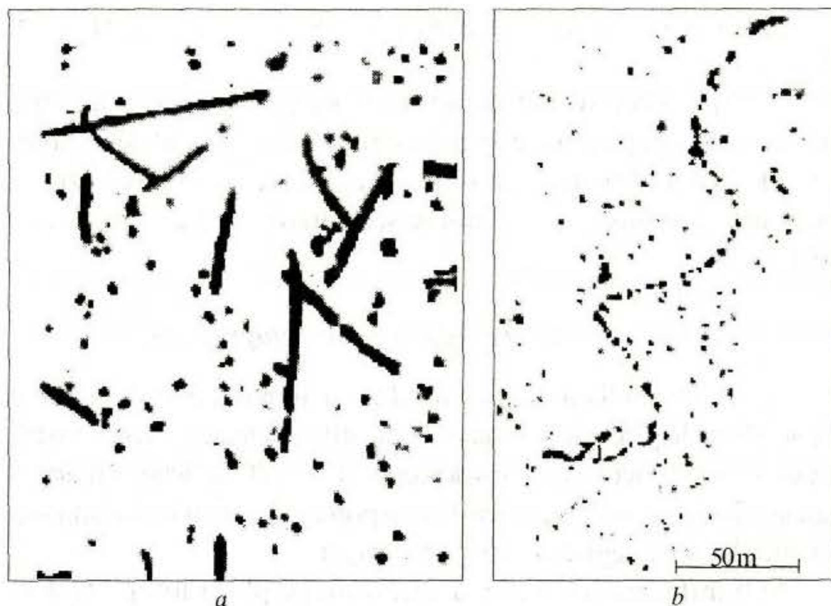


Fig. 20. Urmele particulelor α (*a*) şi β (*b*) în emulsie fotografică.

calorimetre speciale, în interiorul cărora se aşază substanţa radioactivă. Radiaţia substanţei este absorbită total de pereţii calorimetrului. Deoarece aici întreaga energie de radiaţie se transformă în căldură, după efectul termic se poate determina energia de radiaţie emisă de preparat în timp de 1 s. Cunoscând energia particulelor emise se poate determina activitatea preparatului. Această metodă nu se poate utiliza decât pentru măsurarea preparatelor de activitate mare.

Alte metode chimice

Există o serie de metode chimice de determinare a radiaţiilor ionizante. În aceste metode se folosesc diferite transformări chimice care au loc sub influenţa radiaţiei, ca de exemplu modificarea culorii soluţiilor sau corpurilor cristaline, degajarea de gaze, depunerea unor coloizi etc. Metodele chimice existente, de înregistrare a radiaţiilor, au o sensibilitate relativ mică şi de aceea nu sunt utilizabile pentru măsurarea preparatelor de activitate mică.

Metode fizice

Metoda de ionizare bazată pe colectarea ionilor este cea mai precisă şi cea mai pe larg utilizată metodă de înregistrare a radiaţiilor.

C a m e r e l e d e i o n i z a r e. Camera de ionizare este un condensator cu aer sau cu gaz, care serveşte pentru colectarea ionilor formaţi de radiaţie în interiorul camerei. De obicei, camerele de ionizare se execută sub formă de condensatori plani, cilindrici sau sferici. Pentru a explica principiul de funcţionare al camerelor de ionizare să vedem cum va varia conductibilitatea electrică a gazului sub acţiunea radiaţiei. Pentru aceasta să includem camera de ionizare de forma unui condensator plan într-un circuit care constă dintr-o sursă de tensiune *B* şi un aparat pentru măsurarea intensităţii curentului *A* (fig. 21). Să admitem că gazul dintre cele două plăci este supus acţiunii unei radiaţii. Dacă tensiunea aplicată camerei este nulă, ionii formaţi de radiaţie nu se deplasează către electrozii camerei, ci se recombină total. Curentul în circuit este nul.

Când tensiunea creşte, acul aparatului începe să devieze, deoarece are loc o recombinare incompletă şi o parte din ionii formaţi de radiaţie ajung pe plăci. Dacă tensiunea creşte progresiv intensitatea curentului creşte şi ea, pentru că o parte tot mai mare din ioni ajunge pe plăcile condensatorului. Totuşi, începând de la

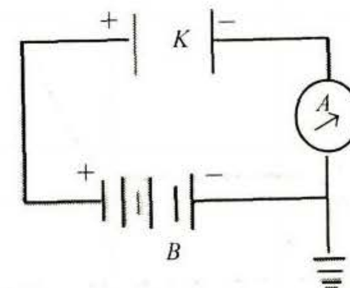


Fig. 21. Schema de conexiune a camerei de ionizare: *A* – aparat pentru măsurarea intensităţii curentului; *B* – baterie; K – cameră de ionizare în formă de condensator plan.

o anumită valoare a tensiunii (fig. 22), intensitatea curentului încetează să crească şi rămâne constantă când tensiunea creşte. Un astfel de curent se numeşte *curent de saturaţie*. Este evident că atunci când s-a atins intensitatea curentului de saturaţie toţi ionii formaţi de radiaţie ajung pe plăci şi nu mai are loc procesul de recombinare. De obicei, curentul de saturaţie se observă atunci când tensiunea atinge valori între 100 şi 10 000 V_i pe fiecare cm de distanţă dintre electrozi. La tensiuni foarte mari, intensitatea curentului începe să crească din nou cu o viteză din ce în ce mai mare. Acest fapt se explică prin aceea că la tensiuni mari, pe plăcile camerei de ionizare ajung nu numai ionii formaţi direct de către radiaţie, ci şi un număr mare de ioni secundari produşi de electronii acceleraţi în cameră. Dacă tensiunea aplicată camerei este mai mare, electronii smulşi de la moleculele de aer pot căpăta o energie suficientă pentru a forma mai multe perechi de ioni. Un astfel de proces de ionizare secundară se numeşte ionizare prin şoc.

Deci, dacă tensiunile aplicate camerei sunt mari, intensitatea curentului creşte datorită procesului de ionizare prin şoc. În acest caz, intensitatea curentului este determinată nu numai de ionii produşi de radiaţie, dar şi, într-un grad mai mare, de ionii secundari produşi de electronii smulşi de radiaţie de la moleculele de aer şi acceleraţi în câmpul electric.

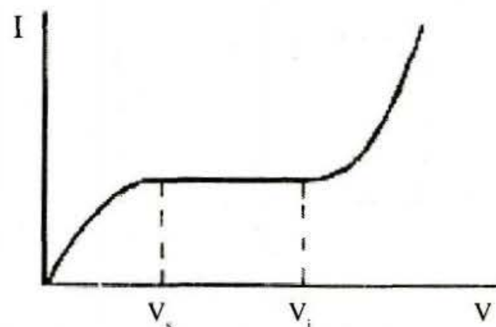


Fig. 22. Variaţia intensităţii curentului de ionizare în raport cu tensiunea aplicată camerei de ionizare (caracteristica descărcării în gaze).

Curentul care circulă prin camera de ionizare este un flux de ioni şi se numeşte curent de *ionizare*. Variaţia intensităţii curentului de ionizare în funcţie de tensiunea aplicată camerei este reprezentată în fig. 22. Pe abscisă avem tensiunea V aplicată camerei, iar pe ordonată – curentul de ionizare, care atinge valori mici. V_s este tensiunea începând de la care se observă curentul de saturaţie, V_i este tensiunea începând de la care are loc ionizarea prin şoc. Numai în cazul curentului de saturaţie, toţi ionii creaţi de radiaţie ajung pe electrozii camerei, de aceea curentul de saturaţie este o măsură directă a vitezei de formare a ionilor sub acţiunea radiaţiei.

Dacă notăm cu n numărul de perechi de ioni produşi de radiaţie în 1 s în spaţiul aerian al camerei, iar cu e sarcina unui ion, intensitatea curentului de ionizare va fi egală cu $i = n \cdot e$. Măsurând curentul i se poate determina uşor ionizarea în volumul camerei: $n = \frac{i}{e}$.

Pentru măsurarea ionizării, pe electrozii camerei se aplică o tensiune suficientă ca în cameră să circule curentul de saturaţie. De obicei curenţii de ionizare sunt foarte slabi; pentru măsurarea unor curenţi atât de slabi se utilizează aparate speciale de foarte înaltă sensibilitate, numite *electrometre*.

În regimul ionizării prin şoc lucrează contoarele Geiger-Muller care înregistrează orice proces de ionizare, indiferent de sursa care l-a produs. Contoarele care folosesc zona Geiger pot fi de două tipuri: fără stingere automată sau cu stingere automată. Contoarele fără stingere automată permit o descărcare de particule ionizante în gaz, în care există un dispozitiv special pentru stingere; în caz contrar, descărcarea se menţine continuu în gaz. Contoarele cu autoextincţie oferă posibilitatea stingerii descărcării radioactive în gaz prin folosirea mecanismelor care iau naştere în timpul descărcării.

Structura contorului Geiger-Muller constă dintr-un condensator cilindric format dintr-un electrod interior şi un cilindru exterior (fig. 23).

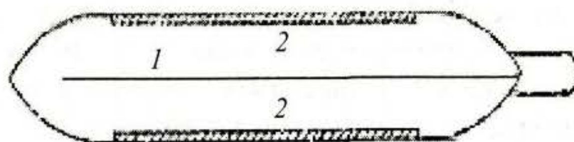


Fig. 23. Schema contorului Geiger-Muller: *1* – anod; *2* – catod.

Electrodul interior reprezintă un fir subțire metalic din wolfram sau molibden cu un diametru de 0,1–0,2 mm. Electrodul metalic este întins în interiorul cilindrului.

Cilindrul exterior este executat din metal sau sticlă. În acest ultim caz sticla este dublată pe partea interioară de un strat subțire de metal sau grafit. Cilindrul exterior constituie catodul, iar firul interior – anodul.

Atât anodul, cât și catodul sunt închiși într-un tub de sticlă sau de metal, din care se evacuează aerul. După aceasta tubul se umple cu un gaz pur (hidrogen, argon, heliu) sau în amestec cu vapori de alcool. Între anod și catod se aplică o diferență de potențial de cel puțin 1000 V.

Pentru măsurarea activității surselor de radiații β se utilizează un anumit tip de construcție. Se creează o fereastră în peretele cilindrului catodic, într-o zonă de obicei distală, prin care electronii radiațiilor β pot pătrunde în contor fără a interveni mecanismul de absorbție. Fereastra este formată de cele mai multe ori dintr-o foiță externă subțire de aluminiu, de 0,01 mm, sau de mică. Pentru radiațiile γ nu este nevoie de fereastră, iar structura cilindrului metalic este omogenă, deoarece fotonii pot pătrunde în mod egal prin oricare zonă a catodului.

Dacă în interiorul contorului pătrunde, de exemplu un foton în spațiul dintre catod și anod, emisia corpusculară asociată va fi accelerată, datorită câmpului electric. În drumul său, fotonul va putea să ionizeze unele molecule de gaz, producând ioni pozitivi și negativi în funcție de numărul de electroni smulși de pe orbitele periferice. Datorită diferenței mari de potențial, electronii vor avea

viteze mari și vor determina o ionizare terțiară, cuanternară etc. În felul acesta se vor forma o avalanșă mare de electroni care se vor îndrepta către anod cu viteză foarte mare. Ionii pozitivi care apar în urma procesului de ionizare prezintă, în general, o viteză și o mobilitate mult mai redusă față de electroni. De aceea, ionii pozitivi vor rămâne aproape imobili în camera de ionizare realizând o sarcină pozitivă în jurul firului anodic. Imobilitatea ionilor pozitivi durează o perioadă de timp necesară ca avalanșa de electroni produsă de fotonul inițial să ajungă la nivelul anodului. În acest interval de timp intensitatea câmpului din jurul anodului se va micșora foarte mult și descărcarea de electroni se va stinge. Ionii pozitivi se vor îndrepta către catod, într-o perioadă de timp egală cu 3×10^{-4} secunde. Deplasarea ionilor pozitivi către catod va produce, pentru o perioadă foarte scurtă de timp, reducerea potențialului anodic. Aceasta se va traduce în circuitul electric în care este montat contorul printr-un impuls de tensiune. Tensiunea anodică readuce cu această ocazie electroni din metalul acestuia, care vor constitui o nouă sursă pentru altă avalanșă de electroni care iarăși se vor îndrepta către anod.

Ar rezulta din cele expuse că odată începută descărcarea electrică la anod, procesul ar continua mult timp. Întrucât trebuie măsurate efectele altor particule care cad în camera de ionizare, este necesară o soluție care provoacă stingerea descărcării. În acest sens se folosesc în prezent contoare cu autoextincție. Soluția se realizează printr-un amestec de argon cu vapori poliatomici de alcool etilic sau de acetonă, cu presiuni parțiale de 9 cm Hg și respectiv de 1 cm Hg.

Amestecul de vapori de alcool și de argon influențează descărcarea ionilor formați sub acțiunea radiațiilor ionizante, prin consumarea unei cantități din energia cinetică a electronilor și ionilor pozitivi. Mecanismul de acțiune a amestecului de vapori face ca sistemul de autoextincție să nu presupună o influență externă în scopul stingerii impulsului electric.

Vaporii organici (alcool etilic, metan) împiedică smulgerea elec-

tronilor din regiunea catodului. Ionii de argon nu ajung la catod, ei interacționând totuși cu electronii moleculelor mai grele, pe care îi smulg și cu care se neutralizează din punct de vedere electric. La catod vor ajunge numai ionii pozitivi ai moleculelor mai grele, care, între timp, vor deveni neutri prin combinarea cu electroni, iar caracteristicile nou-căpătate îi vor împiedica să smulgă electroni suplimentari și să producă astfel o avalanșă electronică.

Dacă în fața unui contor Geiger-Muller este pusă o sursă radioactivă a cărei activitate este constantă și se modifică diferența de potențial aplicată contorului, se remarcă că nu orice voltaj permite descărcări înregistrabile. Valoarea minimă a unei diferențe de potențial care permite o descărcare înregistrabilă poartă denumirea de *potențial de aprindere*.

Elementele care pot decide valoarea potențialului de aprindere sunt numeroase: natura gazului de umplere, diametrul catodului etc. În general, potențialul de aprindere a contorului Geiger-Muller se găsește în limitele 500–2000 V.

Dacă aplicăm o diferență de potențial superioară potențialului de aprindere, procesul de ionizare într-o unitate de timp crește relativ proporțional cu voltajul aplicat, ceea ce înseamnă că viteza de numărare a contorului crește.

Există însă o zonă în interiorul spațiului posibil de aprindere a contorului, în care tensiunea poate crește fără ca viteza de numărare să se mai modifice. Această zonă în care ionizarea nu mai crește, deși tensiunea curentului poate să crească, se numește palierul contorului.

Contoare de scintilații

În afară de contoarele bazate pe fenomenele descărcărilor în gaze, mai există contoare de scintilații.

Există cristale speciale transparente, mase plastice și lichide care dau licăriri de lumină (scintilații) la trecerea particulelor încărcate

prin ele. Aceste licăriri de lumină vizibilă sau ultravioletă pot fi puse în evidență și înregistrate cu ajutorul unui amplificator fotoelectric. În majoritatea substanțelor care scintilează, durata licăririi de lumină este de $10^{-7} - 10^{-9}$ s. Contoarele de scintilație au o eficacitate de câteva zeci de ori mai mare decât cea a contoarelor obișnuite.

Contoarele de scintilație sunt deosebit de comode pentru înregistrarea radiației β moi, întrucât particulele cad direct pe scintilator și sunt absorbite numai de stratul de aer dintre preparat și contor. Contoarele de scintilație au dimensiuni foarte mici – de ordinul 1 mm^3 – ceea ce în anumite cazuri are o importanță primordială.

Dacă o radiație traversează un cristal de scintilație în a cărui compoziție intră de obicei substanțe fosforescente, o parte din energia particulei va fi transferată substanțelor fosforescente care vor intra într-o stare de excitație moleculară.

Procesul de detectare a radiațiilor electromagnetice cu ajutorul contoarelor de scintilație are următoarele faze:

– interacțiunea radiației incidente cu electronii substanței fosforescente (de exemplu, iodura de natriu activată cu taliu); în această fază radiația incidentă comunică o parte din energia sa electronilor, trecându-i pe o orbită mai îndepărtată de nucleu. Electronul astfel excitat, adică cu un surplus de energie, tinde să revină pe o orbită stabilă. În procesul de revenire va emite cuante luminoase sub formă de scintilație;

– atenuarea cuantelor luminoase în materialul fosforului, în drumul său către fotocatod; atenuarea va fi exponențială;

– interacțiunea fotonilor cu materialul fotocatodului; în urma acestui proces se vor emite fotoelectroni;

– accelerarea și multiplicarea fotoelectronilor pe dinodele fotomultiplicatorului;

– colectarea sarcinii electrice rezultante (a impulsului).

Camera de fotomultiplicare constă dintr-un acoperiș de sticlă, care are la extremitate un fotocatod ce primește scintilațiile din cristalul fosforescent. Multiplicatorul electronic reprezintă un număr

de dinode care mențin un potențial electric crescut la nivelul catodului. În continuare se află un dispozitiv anodic care colectează electronii. Atât fotocatodul, cât şi dinodele existente în circuit au o suprafață formată din antimoniu şi cesiu, care au proprietatea de a emite electroni, atunci când pe suprafața respectivă cade o radiație luminoasă de o anumită lungime de undă.

Curentul γ, care trece prin cristalul luminescent, se va transforma in energie luminoasă prin schimbarea lungimii de undă. Aceasta va determina efecte fotoelectrice, curentul fotoelectric inițial fiind multiplicat prin dispozitivul de fotomultiplicare. Plăcile dinode care vor primi electronii inițiali îi vor proiecta din aproape în aproape, numărul lor crescând prin fenomenul de emisie secundară datorită smulgerii secundare de electroni din plăcile respective. Astfel, numărul electronilor se amplifică în progresie geometrică de la un impuls inițial, ajungând la un număr foarte mare de impulsuri.

Capitolul III

RADIODIAGNOSTICUL APARATULUI OSTEOARTICULAR

Metodele de examinare

1. Radioscopia, rar utilizată, serveşte, în special, pentru repunerea fracturilor sau luxaţiilor. Amplificatorul electronic şi circuitul de televiziune permit ca această metodă să fie utilizată la lumina obişnuită făcând investigaţia de rutină mai ales în serviciile de ortopedie.

2. Radiografia standard reprezintă metoda cea mai obişnuită de examinare. Pentru obţinerea unei imagini spaţiale cu detalii anatomice şi structurale, radiografia se execută în mai multe incidenţe, cel puţin două, perpendiculare.

3. Radiografia mărită se realizează modificând raporturile obişnuite între tub, obiecte, film, de obicei, prin îndepărtarea filmului şi apropierea tubului. Prin această metodă se pot evidenţia leziuni mici, sub 1–2 mm.

4. Tomografia permite disocierea imaginilor din diferite plane ce apar sumate pe radiografia standard, pentru depistarea unor leziuni osoase incipiente sau vizualizarea unor cavităţi sau sechestre cu imagini neconcludente pe radiografia convenţională.

5. Artrografia permite studiul suprafeţelor articulare a capsulei şi meniscului prin introducerea intraarticulară a unei substanţe de contrast negative sau pozitive.

6. Arteriografia osoasă se foloseşte, în special, în diagnosticul tumorilor maligne prin evidenţierea tipului de circulaţie la nivelul osului şi eventual în părţile moi din jur.

7. Pe lângă aceste metode de examinare convenţionale, în

prezent sunt utilizate metode noi de imagistică aşa ca tomografia axială computerizată, rezonanţa magnetică şi scintigrafia cu izotopi radioactivi, care completează investigaţia radiologică a sistemului osteoarticular.

Aspectul radiologic al oaselor

În funcţie de forma şi structura lor, oasele se împart în 3 categorii: oase lungi, oase scurte şi oase plate.

Oasele lungi au diafiză de formă cilindrică cu canalul medular în interior şi compacta osului spre periferie. La capetele diafizei se găsesc cele două epifize, zona de trecere diafizo-epifizară, numită metafiză, fiind evidenţiată numai la copii prin prezenţa cartilajului de creştere ce apare ca o bandă transparentă, orizontală, de diverse grosimi, situată între nucleul de osificare epifizar şi metafiză, iar la adulţi reprezentată uneori printr-o linie opacă transversală ce corespunde cartilajului calcificat. Diafizele, ca şi stratul exterior al epifizelor, sunt alcătuite din ţesut osos compact. Compacta diafizară apare ca o bandă opacă lipsită de structură osoasă, net conturată spre periferie de o linie fină opacă numită corticală, care înconjoară tot osul până la nivelul epifizelor. Spongioasa constituie structura interioară de la nivelul epifizelor, metafizelor şi porţiunilor laterale ale canalului medular sub forma unei reţele din benzi fine opace, de intensitate calcară orientate după traiectul liniilor de forţă ce se exercită asupra osului, delimitând numeroase spaţii clare în care se găsesc elementele componente ale măduvei osoase. La nivelul metafizei, spongioasa ocupă tot osul fiind bogat vascularizată.

Oasele scurte şi plate sunt formate în cea mai mare parte din ţesut spongios fiind delimitate la periferie de o compactă subţire şi de corticală. Compactele paralele ale oaselor plate, numite table, includ între ele diploea (un ţesut spongios).

Scheletul la copii prezintă unele particularităţi anatomo-radiologice prin existenţa zonelor cartilaginoase din metafize ce asigură creşterea, care se realizează prin zonele provizorii de osificare. Imaginea

radiologică a unui os scurt, a unei epifize sau apofize în creştere este reprezentată de nucleul de osificare sau de creştere singurul ce apare pe radiografie, momentul apariţiei şi mărimea căruia este specifică fiecărui os în funcţie de vârstă. Astfel diafizele sunt delimitate la nivelul metafizei de linia opacă, fină a zonei provizorii de osificare urmată de zona transparentă a cartilajului de creştere ce se interpune între diafiză şi nucleul de osificare al epifizelor.

Aspectul radiologic al articulaţiilor

În afară de epifizele osoase, care compun o articulaţie, celelalte structuri ca ligamentele, capsula şi cartilajele articulare, fiind radiotransparente, nu apar pe radiografie decât în unele stări patologice. Noţiunea radiologică de spaţiu articular, care se prezintă ca o zonă transparentă situată între extremităţile oaselor ce formează articulaţia, reprezintă de fapt grosimea cartilajului diartrodial, care înveleşte suprafeţele osoase. Limitele sale sunt net conturate printr-o linie opacă fină la care participă atât corticala epifizelor osoase articulare, cât şi stratul cel mai profund al cartilajului, zona de cartilaj calcificat. Dimensiunea spaţiului articular diferă de la articulaţie la articulaţie, fiind însă egală pentru articulaţiile simetrice normale, fapt care implică necesitatea efectuării radiografiilor comparative la articulaţiile simetrice pentru depistarea unor modificări patologice discrete, de debut (fig. 24).

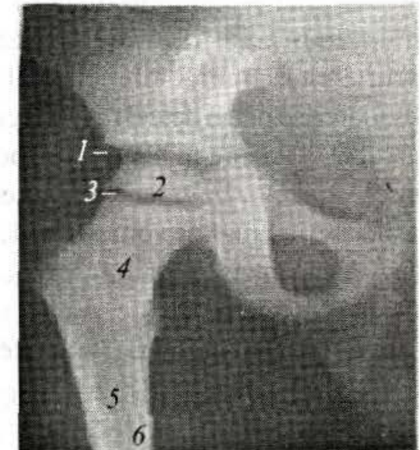


Fig. 24. Articulaţia coxofemurală pe dreapta la un copil: *1* – spaţiul radiologic articular; *2* – capul articular; *3* – zona de creştere; *4* – colul osului femural; *5* – canalul medular; *6* – stratul cortical.

Patologia oaselor

Fracturile

O fractură este bine vizibilă pe imaginea radiologică atunci când fragmentele osoase rezultate sunt îndepărtate între ele. Linia de fractură apare în acest caz ca o zonă în banda fină sau grosolană de transparență crescută cu margini bine conturate, situată între fragmentele osoase.

Când fragmentele sunt angrenate sau în caz de falsă angrenare la o suprapunere a fragmentelor ușor deplasate, în unele incidențe interlinia fracturării apare ca o linie opacă. De aceea este necesar de a executa, în cazul oricărei fracturi, radiograme în cel puțin două incidențe. Printre simptomele radiologice de bază în diagnosticarea unei fracturi se enumeră *linia fracturării* (fig. 25) și *dislocarea fragmentelor* (fig. 26). Dislocarea în lungime se produce fie prin alunecarea fragmentelor de-a lungul axului (prin contracție musculară), fie prin angrenarea fragmentelor și se soldează cu scurtarea segmentelor membrului fracturat. În prima modalitate scurtarea se poate determina cu destulă precizie pe imaginea radiologică. O dislocare în lungime se poate produce însă și prin îndepărtarea capetelor fragmentelor, în sensul axului osului; pentru această dislocare în lungime vom păstra denumirea de *diastasis*. Se întâlnesc și dislocări laterale, gradul cărora ca și al celor longitudinale se exprimă în centimetri. Dislocarea laterală, precum și modificările de ax (angulație sau ungulație) apar, de obicei, pe imaginea radiologică mai reduse decât în realitate. În proporții reale apar numai atunci, când planul segmentelor este paralel cu planul de proiecție.

Luând în considerare planul de dezvoltare a liniei fracturării deosebim *fracturi transversale, longitudinale, sub formă de spirală, literele V și T.* Dacă linia fracturării pătrunde în articulație sau își ia începutul după locul de fixare a capsulei articulare – fractura se numește *intraarticulară.*

Elementele constitutive ale osului ca organ prezintă variații

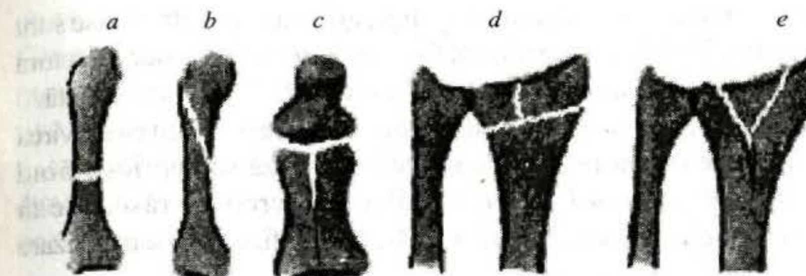


Fig. 25. Simptom de fracturare – linia fracturii (schemă): *a* – fractură transversală; *b* – oblică; *c* – longitudinală; *d* – sub formă de litera T; *e* – sub formă de litera V.

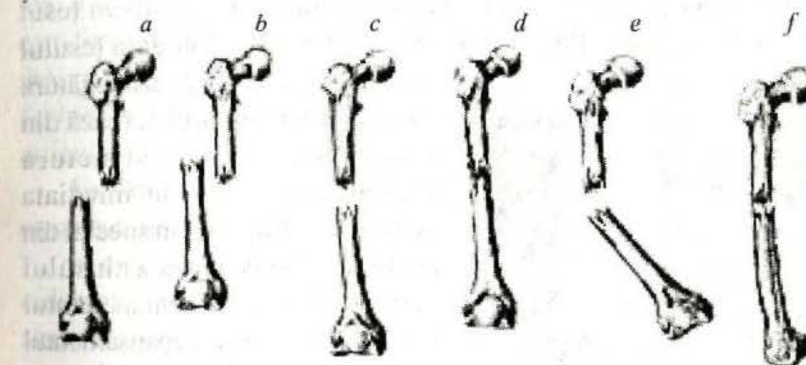


Fig. 26. Simptom de fracturare – dislocarea fragmentelor (schemă): *a* – dislocare laterală; *b* – longitudinală prin alunecare; *c* – longitudinală prin îndepărtarea fragmentelor; *d* – longitudinală prin angrenare; *e* – angulară; *f* – periferică (rotație).

cantitative și calitative în funcție de vârstă; de aceea, la diferite vârste, osul se comportă deosebit față de traumatisme. La copii și tineri comportarea osului este condiționată de structura lui mai elastică, datorită matricei colagene bogate și de bună calitate. La care se mai adaugă și periostul, care, fiind mai gros la aceste vârste, joacă pentru os nu numai un rol protector, ci și îi mărește rezistența. Șocul, îndoirea sau torsiunea sunt mai puțin periculoase pentru osul tânăr,

elastic; iar atunci când se produce fractura, fragmentele osoase sunt menţinute în manşonul periostal foarte rezistent. Se produce fractura "în lemn verde", fractura subperiostală completă sau incompletă.

Tasarea, exercitată în sensul axului osului, se soldează cu strivirea unei tranşe de spongioasă, care se bombează sub periost, fiind numită *fractură cu burelet*. Cartilajul de creştere răspunde la traumatisme prin decolări apofizoepifizare (apofizeoliză) sau epifizare pure – (epifizioliză).

Regenerarea fracturării are loc prin formarea calusului, care este un proces banal de osteogeneză interfragmentară. Între fragmentele osoase apare o hemoragie, care infiltrează toate spaţiile interstiţiale vecine. Cheagul sanguin mai târziu se transformă într-un ţesut conjunctiv de tip embrionar (calus conjunctiv). Totodată ţesutul conjunctiv care formează legătura interfragmentară proliferează din toate zonele cu structura conjunctivă situată în imediata vecinătate a fracturii, în special din periost. Masivitatea calusului depinde direct de epanşamentul sanguin. Adică, când epanşamentul sanguin este mic, calusul conjunctiv va fi şi el mic, ca şi calusul osos care îl va urma. În imagine radiologică calusul apare numai după ce începe calcificarea lui, adică nu mai devreme de 25–30 zile. Aspectul radiologic al calusului primitiv prezintă o opacitate slabă, noroasă, fără structură (fig. 27). Evoluţia normală a unei fracturi se soldează cu sudura osoasă a fragmentelor.

Fig. 27. Radiograma oaselor gambei. Calus osos (fază de calcificare).

Sunt însă cazuri când calusul

nu se dezvoltă, prin urmare, nu se produce nici sudura osoasă. Cauzele pot fi diferite: diastază pronunţată, fracturi cu zdrobiri masive, evoluţia cartilaginoasă sau fibroasă a calusului, interpozitive musculare. În asemenea situaţii se instalează, în locul sudurii osoase, o pseudoartroză. Radiologic capetele osoase sunt densificate, rotunjite, netezite, canalul medular închis printr-un os nou format, iar spaţiul interfragmentar este larg.

Luxaţiile

Prin luxaţie se înţelege o dislocare persistentă (care este de cele mai multe ori traumatică) a două sau mai multe extremităţi osoase, care formează o articulaţie; în categoria luxaţiilor intră şi cazurile de traumatisme în care un segment articular fracturat este răsucit în aşa fel încât suprafaţa sa articulară nu mai vine în contact cu suprafaţa articulară a osului cu care în mod normal se articulează.

Examenul radiologic al unei luxaţii trebuie să stabilească următoarele:

a) este vorba de o luxaţie proaspătă sau de o veche luxaţie recidivantă? O luxaţie veche se manifestă prin modificări de formă şi structură a segmentelor osoase articulare, precum şi prin modificări periarticulare însoţite (fig. 28);

b) este o luxaţie simplă, complicată sau subluxaţie; o luxaţie complicată şi, în acest din urmă caz, este tipică sau atipică? În luxaţiile complicate vom încerca să descifrăm, pe imaginea radiografică, provenienţa fragmentelor osoase fracturate sau să precizăm, din poziţia atipică a segmentelor articulare, ce ligament sau ce grup ligamentar este sfâşiat.

Luxaţii congenitale în articulaţia coxofemurală

Deosebim trei forme de displazie ale articulaţiei coxofemurale în funcţie de intensitatea manifestărilor: anteluxaţie, subluxaţie şi luxaţie.

Sub noţiunea de *anteluxaţie* subînţelegem instabilitatea

Fig. 28. Radiografia articulației cotului. Luxație completă.

articulațiilor coxofemurale. Este caracteristică pentru copiii ce se nasc cu o supraextensie a capsulei articulațiilor coxofemurale la care și se întâlnește sindromul luxație – repoziția capului articular în fosa articulară însoțită de o pocnitură.

Subluxația se caracterizează prin deplasarea capului articular al osului femural lateral – superior, însă el nu iese după limitele fosei articulare (fig. 29*a*).

Luxația se manifestă prin deplasarea capului articular, lipsa de contractare cu fosa acetobulară și îndoirea limbului cartilaginos în cavitatea articulației (fig. 29*b*).

Semiologia radiologică a scheletului patologic se poate sistematiza în trei grupe:

a) schimbări de formă și dimensiuni;

b) schimbări ale conturului oaselor;

c) schimbări structurale ale țesutului osos.

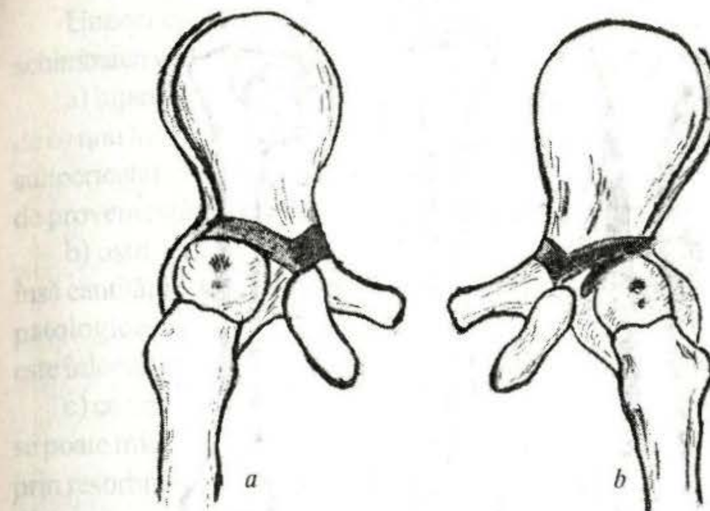


Fig. 29. Schema corelațiilor anatomice ale fosei acetobulare și osului femural concomitente subluxației și luxației (M.V.Volkov, 1972): *a* – subluxație; *b* – luxație.

Schimbări de formă și dimensiuni

Unele afecțiuni ale sistemului osteoarticular, precum și ale altor organe și sisteme pot fi însoțite de schimbarea volumului și dimensiunilor oaselor (fig. 30).

Dereglările liniare se pot manifesta prin alungirea sau scurtarea oaselor și apar în urma unei discordanțe în fondul endocrin, care schimbă ritmul de calcinare a zonelor de creștere. Aceste modificări se mai întâlnesc la gigantismul hipofizar, pot însoți un proces inflamator cronic, care excitând zonele de creștere provoacă o alungire a oaselor până la 10 cm. Scurtarea și strâmbarea – scoliostoza (os curbat) – poate fi rezultatul unei repoziții nereușite a fragmentelor după o fractură. Scoliostoza oaselor mai poate fi generată de un proces rahitic în urma dereglării de calcificare în zonele preventive și de un proces luetic (sifilis), când afectul patologic se localizează subperiostal (fig. 31).

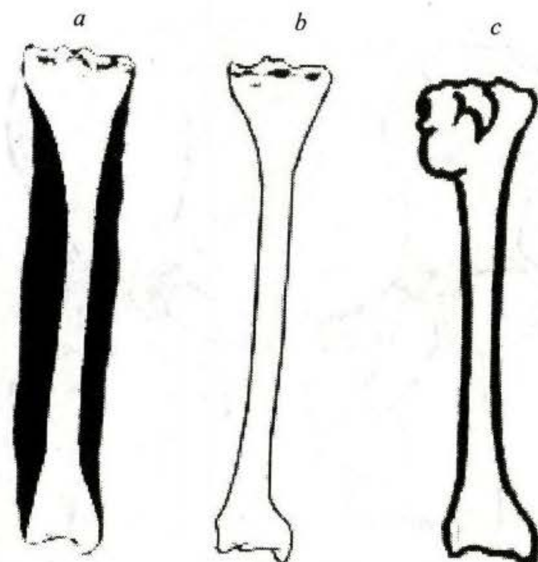


Fig. 30. Schimbări de dimensiuni (schemă): *a*– hiperostoză; *b* – atrofie; *c* – os suflat (oedostoză).

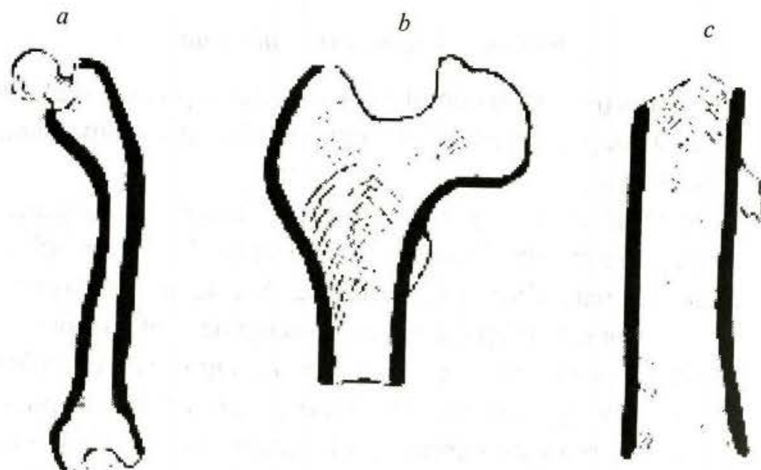


Fig. 31. Schimbări de formă: *a* – scoliostoză; *b* – deformarea epifizei; *c* – creşteri locale de ţesut osos.

Uneori concomitent cu schimbarea formei oaselor are loc şi schimbarea volumului lor:

a) hiperostoza – îngroşarea osului în urma apariţiei unui volum de os nou format nu prin funcţia periostului (calcinarea unui hematom subperiostal, manifestări de periostoză). Se întâlneşte şi hiperostoza de provenienţă funcţională (hipertrofie profesională);

b) osul "suflat" (oedostoză) – osul se măreşte local în volum, însă cantităţile de ţesut osos se micşorează, fiind înlocuite de formaţii patologice. Spre exemplu, la dezvoltarea unui chist, ţesutul osos este înlocuit de cel fibros, iar la un encondrom – de ţesut cartilaginos;

c) ca urmare a unui proces patologic, sau involutiv, ţesutul osos se poate micşora (atrofia). Atrofia poate fi concentrică, caracterizată prin resorbţia ţesutului osos din partea subperiostală. În acelaşi timp din partea endostală procesul de creaţie a ţesutului osos nu-i dereglat. În general, volumul ţesutului osos se micşorează, iar proporţia între diametru şi secţiunea transversală a canalului medular rămâne neschimbată. Atrofia poate fi şi excentrică. Se caracterizează prin micşorarea masei ţesutului osos din partea periostală, cât şi din partea endostală. Dacă atrofia concentrică este un simptom de sine stătător al unui proces patologic, atrofia excentrică este o manifestare de restructurare a ţesutului osos şi-i însoţită, de regulă, de osteoporoză. Atrofia locală poate apărea în urma unei comprimări din afară (atrofia prin presiune) şi se manifestă prin apariţia unei uzuri. Ea poate fi confundată cu o hipoplazie înnăscută.

Schimbări ale contururilor oaselor

Conturul unui os este exprimat de partea subperiostală a stratului compact. Un contur normal trebuie să apară net, neted. Numai unde-şi iau începutul muşchii pe contur deosebim tuberozităţi, dantelări mai mult sau mai puţin pronunţate. Un proces patologic ce înlocuieşte parţial ţesutul osos se manifestă printr-un contur cu netitate redusă. Destrucţia totală a unor porţiuni de ţesut compact duce la dispariţia conturului în limitele răspândirii procesului.

Schimbări structurale ale țesutului osos

Structura țesutului osos poate varia fiziologic. Spre exemplu, mărirea forței statico-dinamice duce la mărirea numărului și volumului trabeculilor, schimbarea orientării lor conform liniilor noi de forță. Micșorarea funcției de sprijin duce la rarefierea desenului structural al osului și mărirea subtilității stratului compact. Prin urmare, țesutul osos se supune unor restructurări strâns legate de schimbările funcției îndeplinite.

Mai des însă structura țesutului osos se supune unor schimbări sub influența unor procese patologice. Cunoaștem două simptome de restructurare diametral opuse: *osteoporoza* și *osteoscleroza* (fig. 32).

O s t e o p o r o z a se manifestă prin subțierea trabeculilor și

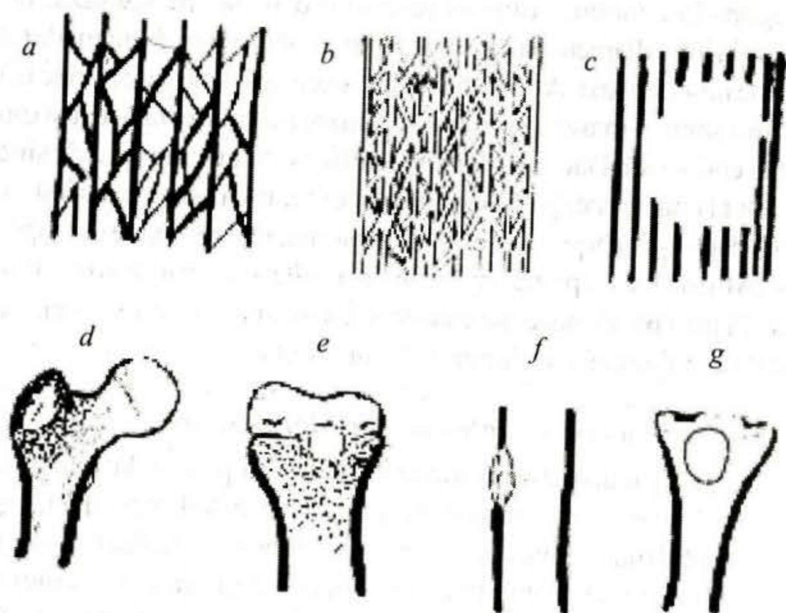


Fig. 32. Schimbări structurale: *a* – osteoporoză; *b* – osteoscleroză; *c* – osteoliză; *d* – destrucție cu cavitate; *e* – destrucție în focar; *f* – sechestru cortical; *g* – sechestru spongios în cavitate.

micșorarea numărului lor într-o unitate de volum al țesutului osos. Poate fi omogenă (difuză), neomogenă, locală (în jurul unui focar patologic), regională (ocupă formațiile osoase ale unei articulații), răspândită (afectează oasele unui membru) și de sistem, manifestându-se în toate oasele scheletului. În oasele tubulare osteoporoza duce la subtilitate pronunțată a stratului compact și lărgirea canalului medular. Stratul compact apare mai pronunțat – parcă ar fi desenat cu creionul.

O s t e o s c l e r o z a se caracterizează prin sporirea substanței osoase într-un volum de țesut ca rezultat al îngroșării și măririi numărului de trabecule. După localizare deosebim osteoscleroză locală, regională, răspândită și de sistem. În oasele tubulare osteoscleroza duce la îngroșarea stratului cortical și îngustarea canalului medular, ba chiar la dispariția lui totală (eburneație). Radiologic osteoscleroza se manifestă printr-o opacitate sporită a țesutului osos, lipsa desenului trabecular datorită dispariției spațiilor intertrabeculare.

Distrugerea patologică a țesutului osos și înlocuirea lui cu un product patologic se exprimă prin simptomul de o s t e o d e s t r u c ț i e. Focarele de destrucție în imaginea radiologică apar sub formă de sectoare hipertransparente. Originea anatomo-patologică a acestui simptom poate fi stabilită pornind de la localizarea, numărul, forma, dimensiunile, caracteristica conturului, omogenitatea hipertransparenței, starea țesutului osos din jurul ei. Spre exemplu, unele procese patologice de caracter inflamator cronic se manifestă printr-un focar destructiv solitar: abcesul Brodie, abcesul cortical, osteoid – osteomul. În același timp se întâlnesc multe procese inflamatoare acute, inflamatoare subacute ale țesutului osos care sunt redate prin focare destructive – multiple – osteomielita hematogenă, tuberculoza oaselor, displazii fibroase și osteodestructive. Abcesul Brodie, de obicei, se localizează în metafizele tibiei, iar abcesul cortical – în diafizele tubulare. Un chist solitar, de regulă, are forma rotunjită, ovală. Caverna tuberculoasă are forma unei lacune. Tumorile maligne osteolitice dau naștere la procese destructive de o formă neregulată. Detalizarea descriptivă a dimensiunilor focarelor destructive joacă

un rol important în diagnosticul diferențiat. La o tuberculoză diafizară focarul destructiv este mai mare de 2 cm în diametru, iar la sifilisul terțiar nu mai mare de 1 cm. Conturul destrucției poate fi net, șters sau dantelat.

Abcesul Brodie are contur bine determinat, net. Caverna tuberculoasă mai des are contururi dantelate, slab determinate.

O s t e o n e c r o z a este moartea unui sector de țesut osos în urma unor dereglări nutritive. Din punct de vedere histologic osteonecroza se caracterizează prin moartea celulelor osoase, și totodată, păstrarea țesutului interstițial dens. Componența minerală a țesutului osos nu se schimbă; cantitatea de calcar nu se mărește și nici nu se micșorează. În structura moartă datorită absorbției se micșorează cantitatea elementelor lichide. Ca rezultat, elementele dense predomină față de cele lichide, într-o unitate a țesutului osos mortificat rămășițele minerale sunt mai mari ca în cele vii. De aceea sectorul mortificat în imagine radiologică apare ca o structură mai densă, mai opacă. Osteonecroza poate fi aseptică și septică. Poate apărea sub influența directă a unei traume, spre exemplu, la o fractură așchiată (fractura colului femural), la tromboze și embolii ale vaselor. Aceste necroze sunt aseptice.

Mai des necrozele sunt provocate de dereglările trofice, care însoțesc un proces patologic, în primul rând, afecțiunile inflamatoare ale țesutului osos și ale periostului. Asemenea necroze sunt de origine septică.

Necroza izolată a țesutului medular (fără necroza osului) apare ca rezultat al hemoragiilor intraosoase. Se datorează unor traume, care duc la ruperea pereților vasculari și formarea hematomului intramedular cu necrozarea țesutului medular. Mai apoi hematomul se organizează prin depuneri de săruri calcaroase. Radiologic se manifestă prin apariția unui conglomerat calcaros polimorf pe fondul canalului medular.

Osteonecroza (septică sau aseptică) este însoțită de pierderea legăturii între osteonii porțiunii necrozate și țesuturile vii adiacente.

Împrejur se formează o frontieră din țesut conjunctiv. La o necroză aseptică fâșia de țesut conjunctiv este subțire, pe când la o necroză septică se transformă într-o fâșie masivă condiționată de țesut granular.

Așadar, sectorul necrozat radiologic se manifestă prin majorarea intensității lui, întreruperea continuității trabeculilor la hotarul sectorului densificat, și apariția unei fâșii transparente, care delimitează acest sector de țesutul sănătos.

Trebuie de reținut că osteonecroza, ca și osteodestrucția, osteoporoza etc. are o perioadă latentă de dezvoltare. Durata ei depinde de așa factori ca: dimensiunile sectorului necrozat, localizarea etc.

Porțiunile necrozate se pot resorbi, restabili sau separa (sechestra).

Resorbția are loc în urma activizării osteoblaștilor. Dacă țesutul mortificat este înlocuit de puroi și granulații se formează un sector de osteodestrucție. Uneori sectorul necrozat se lichefiază (necroza colicvatică). Ca rezultat apare un chist. Alteori are loc restituirea țesutului mort prin țesut osos viu datorită funcției echilibrate a osteoclaștilor și osteoblaștilor. Se întâlnește la osteocondropatii, artrozele deformante.

Mai des osteonecroza septică se termină cu o separare a sectorului necrozat – s e c h e s t r a r e.

Porțiunile periferice ale sechestrului se supun procesului de lizare purulentă. În cele din urmă sectorul necrozat se transformă într-un sechestru liber localizat într-o cavitate (sechestrală) umplută cu puroi și țesut granular. Însă nu întotdeauna osteonecroza se termină cu procesul de sechestrare. Uneori sectoare mici de osteonecroză se lizează complet și sunt înlocuite prin țesut osos normal. Sechestrul format din țesut osos spongios se numește sechestru spongios, iar cel format din țesut osos cortical – sechestru cortical.

Sechestrele spongioase poartă o formă rotundă sau triunghiulară, sunt aranjate central, de o intensitate scăzută în contururi șterse, dantelate. Cele corticale după formă sunt liniare cu contururi

mai nete şi netede de intensitate avansată. În cavitatea sechestrală ele sunt aranjate mai des excentric. Sechestrele corticale pot fi circulare şi segmentare. Sechestrul total circular apare la modificarea ţesutului în plin perimetru al osului. Sechestrul total segmentar prezintă modificarea ţesutului în limitele parţiale ale perimetrului osului. În ambele grupe deosebim sechestre periferice şi interne. Cele aranjate imediat sub periost se numesc periferice circulare. Dacă sunt sechestrate structurile interne, avem sechestre circulare interne. Se întâlnesc şi sechestre totale – cu răspândire de la metafiză la metafiză.

Presiunea în cavitatea sechestrală e sporită. Pe alocuri vălul de demarcaţie nu rezistă, apar orificii, care se transformă în canale – fistule. Prin fistule se elimină puroi şi fragmente sechestrale.

O s t e o l i z a – resorbţie totală a ţesutului osos cu formarea ţesutului fibros cicatriceal – apare ca rezultat al dereglărilor neurohumorale a proceselor trofice. Se întâlneşte în regiunile periferice ale extremităţilor, adică în falangele distale ale mâinilor şi picioarelor, precum şi în porţiunile articulare ale oaselor tubulare. La o osteoliză dispar fără urme falange întregi sau porţiuni articulare, uneori până la diafize.

Osteoliza însoţeşte afecţiunile sistemului nervos central (tabesul, siringomielia), ale nervilor periferici, combustiile, endarterita, boala Raynoud (Reino), sclerodermia, lepra etc.). Poate decurge fără reacţii endostale. Însă se întâlnesc reacţii sub forma unui proces osteoblastic de formare a ţesutului osos cu structură haotică localizat în ţesuturile moi. Reacţiile periostale lipsesc sau sunt exprimate slab. Ţesutul lizat nu se restabileşte niciodată, lipsa lui nu se compensează.

Tabloul radiologic al osteolizei uneori este greu de deosebit de un proces osteodestructiv. Spre exemplu, panariţiul osului, când procesul inflamator trece din ţesuturile moi adiacente şi se manifestă prin destrucţia marginală a falangei fără sechestre, formal nu se deosebeşte de o osteoliză a acestor formaţii, care însoţeşte boala Raynoud sau endarterita.

Deosebim totuşi osteoliza de osteodestrucţie prin faptul că destrucţia este un proces sub formă de focar. Focarele se pot dezvolta în diverse formaţiuni ale scheletului. Osteolizei sunt supuse porţiunile cele mai periferice – falangele distale, tuberozitatea calcaneului sau porţiunile articulare ale oaselor tubulare, în aceeaşi măsură afectând toate componentele – stratul cortical, ţesutul osos spongios, plăcile marginale subcorticale etc.

Simptome radiologice de dereglări periostale

Una din funcţiile de bază ale periostului constă în producerea ţesutului osos. Ea se manifestă activ prin procesul de creştere şi dezvoltare a scheletului. În această perioadă crearea ţesutului osos are loc treptat şi uniform. La un adult funcţia de creare a ţesutului osos a periostului practic lipseşte şi numai în circumstanţe patologice se poate reactiva din nou. Schimbările periostului provocate de unele afecţiuni de origine inflamatoare se manifestă prin simptomul de *periostită*. Reacţiile periostului condiţionate de alţi factori se numesc *periostoze*.

Periostul devine vizibil radiologic numai după osificarea lui. Acest proces depinde de mai multe momente: etiologia procesului, vârsta bolnavului ş.a. Spre exemplu, la copii, la o osteomielită hematogenă sau o osteoperiostită luetică, periostul se calcifică aproximativ după ziua a 7-a, iar la adulţi după 12 zile.

Afecţiunile degenerativ-distrofice ale oaselor provoacă schimbări ale periostului mult mai puţin exprimate decât cele de origine inflamatoare sau tumoroasă (fig.33). Spre exemplu, artrozele deformante, spondilozele, nu duc aproape nici odată la reacţii periostale. În acelaşi timp osteomielita hematogenă, sarcomul osteogen, tumoarea Ewing provoacă dereglări pronunţate periostului.

Periostitele şi periostozele radiologic se caracterizează prin desene, formă, localizare, răspândire şi numărul de oase afectate. Mai întâi apare reacţia periostală sub formă de o foiţă fină (periostită liniară). Substratul anatomo-patologic al acestui fenomen este

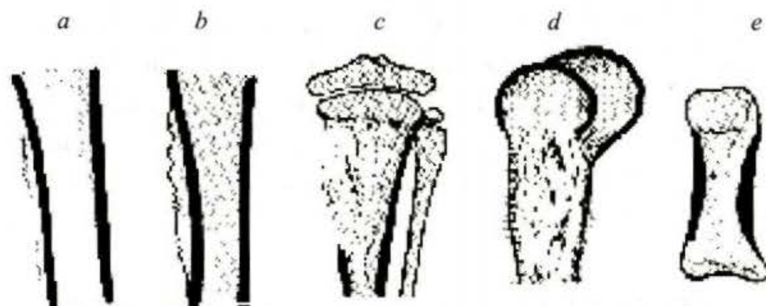


Fig. 33. Dereglări periostale (schemă): *a* – periostită dezaderată; *b* – periostită dantelată (cu franjuri); *c* – "cozoroc" periostal; *d* – schimbări periostale aciculare; *e* – periostoză.

determinat de cumularea subperiostală de exsudat şi puroi – ca rezultat periostul este detaşat. Stratul cambial al periostului generează ţesut osteoid, care osificându-se, mărgineşte procesul patologic. Radiologic se manifestă printr-o fâşie subţire de densitate osoasă situată paralel cu suprafaţa osului la o distanţă de câţiva milimetri. Productul patologic subperiostal adesea se osifică provocând fenomenul de stratificare asimilată. La o dezvoltare intermitentă a afecţiunii cu remisiuni şi recidive, *periostul* în urma repetatelor calcinări şi detaşări apare *stratificat* (stratificările bulbului de ceapă). Pe imaginea radiologică se manifestă prin fâşii de densitate osoasă aranjate în formă de straturi (osteomielita hematogenă, reticulosarcomul, tumoarea Ewing). Sifilisul terţiar formează *stratificări periostale dantelate*. Afecţiunile inflamatoare cronice condiţionează apariţia periostitei cu franjuri. O mare însemnătate în diagnosticul tumorilor osoase are aprecierea schimbărilor *periostale aciculare*. În mod obişnuit un proces tumoros distruge ţesutul osos compact îndepărtând periostul. Vasele sanguine păstrate se întind, mai mult ca atât, în focarul patologic se dezvoltă vase noi. Ţesuturile paravazale produc substanţă osteoidă, care se calcifică uşor. Roentgenologic se manifestă în formă de linii îndreptate perpendicular şi sub un unghi către suprafaţa osului. Stratificările periostale mai pot fi tuberoase, ghimpoase, sub formă de manşon sau semifusiforme. O deosebită

importanţă diagnostică are simptomul de stratificare periostală sub formă de "cozoroc", care apare, de regulă, la tumorile maligne (sarcomul osteogen, reticulosarcomul, tumoarea Ewing). Masele tumoroase distrug stratul cortical şi periostal. În acelaşi timp componentele periferice ale tumorii îndepărtează periostul osificat. Ca rezultat se formează un triunghi periostal de origine reactivă vizibilă radiologic – "cozorocul" periostal. Stratificările periostale multiple însoţesc procesele patologice pulmonare cronice, hepatice, renale, tumorile maligne şi sunt cunoscute sub denumirea de sindromul Pier-Mari-Bamberger.

Simptome radiologice la maladii articulare

Afecţiunile articulare se manifestă prin dereglarea componentelor lor anatomice, gradul de antrenare şi consecutivitatea afectării lor fiind diferite.

Majoritatea maladiilor articulare se pot manifesta prin următoarele simptome: schimbarea dimensiunilor interliniei spaţiului articular; schimbarea plăcilor subcondrale ale suprafeţelor articulare, deformarea capetelor articulare ale oaselor, schimbarea corelaţiilor obişnuite între suprafeţele articulare şi aprecierea unor formaţii intraarticulare (fig. 34). Dintre simptomele enumerate o importanţă deosebită are simptomul schimbării formei şi dimensiunilor spaţiului articular. Dimensiunile acestui spaţiu pot fi mărite sau micşorate. Se ştie că spaţiul articular (spaţiul radiologic articular) este condiţionat de învelişul cartilaginos, ce acoperă suprafeţele articulare şi cavitatea articulară. Dacă cartilajul se necrozează, capetele articulare ale oaselor compensator se apropie unul de altul. Afară de aceasta apar procese de substituire şi calcinare parţială a cartilajului necrozat. Radiologic aceste procese se manifestă prin îngustarea spaţiului radiologic articular. Mărirea lui se întâlneşte mai rar. La baza acestui fenomen stă hiperplazia şi tumefierea cartilajului. Ca rezultat are loc o îndepărtare a capetelor articulare, mai ales dacă aparatul ligamentar al articulaţiei este dereglat.

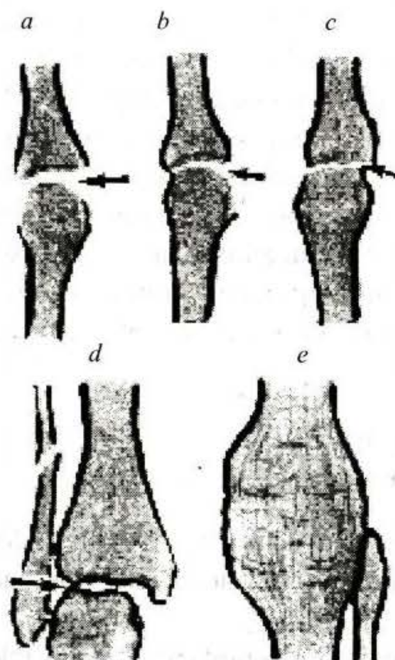


Fig. 34. Simptome radiologice la maladii articulare: *a* – mărirea spațiului articular; *b* – îngustarea spațiului articular; *c* – deformarea capetelor oaselor; *d* – îngustarea neuniformă a spațiului articular; *e* – anchiloză osoasă.

Deformarea capetelor articulare apare în urma unor procese destructive sau ca urmare a dezvoltării unor formațiuni suplimentare de țesut osos. Spre exemplu, la un tratament tardiv sau fără succes a unei artrite pot apărea procese destructive, care deformează capetele acestor oase. La un proces degenerativ-distrofic aceleași schimbări pot apărea în cazul dezvoltării unor exostoze pe marginea suprafeței articulare. Lipsa totală a spațiului radiologic articular, prezența unor trabecule de trecere de la un os la altul se clasifică ca anchiloză osoasă. Achiloza trebuie deosebită de o lipsă anatomică înnăscută de articulație (concrescută) mai des întâlnită în articulațiile mici. Formațiuni intraarticulare apar, în primul rând, ca rezultat al calcinării vilozităților sinoviale, a unor porțiuni de țesut adipos sau cartilaginos, în urma unor fracturi intraarticulare. Adeseori apar și la artrozele deformante (șoarecii intraarticulari).

Sindromul inflamator al țesutului osos (faza acută)

Acest sindrom are următoarea componență:

a) focare de destrucție a țesutului osos;

b) sechestre;

c) periostită;

d) osteoporoză.

Pe imaginea radiologică focarul destructiv are formă neregulată, ovală sau rotundă, cu contururi slab delimitate și neregulate.

În centrul focarului se poate evidenția un sechestru de o intensitate mai sporită ca țesuturile adiacente, care se găsește liber în cavitatea sechestrală. La o cercetare în dinamic își schimbă poziția în această cavitate. Pe imaginea radiologică inflamarea periostului se distinge numai când începe calcificarea lui.

Sindromul inflamator al țesutului osos (faza de remisie)

Se caracterizează prin următoarele simptome:

a) mărginirea focarelor de destrucție de un văl de osteoscleroză. Focarele de osteodestrucție dispărute sunt înlocuite prin țesut osteosclerotic;

b) asimilarea stratificărilor periostale de țesutul osos compact;

c) osteoscleroza țesutului spongios și îngustarea canalului medular. Osul afectat apare deformat, îngroșat local (hiperostoza) (fig. 35).

Sindromul inflamator al articulațiilor (artrita)

Tabloul radiologic:

a) osteoporoza capetelor oaselor care intră în componența articulațiilor afectate;

b) îngustarea spațiului radiologic articular (semn de destrucție a cartilajului);

c) întreruperea și neregularitatea plăcilor marginale subcondrale;

d) focare de destrucție cu localizare subcondrală a epifizelor (fig. 36);

e) în faza rezolutivă contururile focarelor destructive devin mai netede, apare vălul de osteoscleroză în jur, se restabilește integritatea plăcuței marginale subcondrale sau se dezvoltă anchiloza.

Acest sindrom este caracteristic pentru tuberculoza articulară, artrita purulentă și poliartrita reumatoidă (fig. 37).

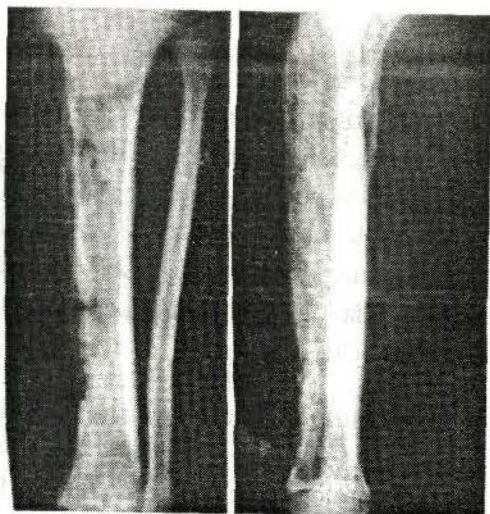


Fig. 35. Osteomielită cronică a osului radial (focare de destrucție, osteoscleroză, asimilarea stratificărilor periostale de către stratul compact).

Fig. 36. Radiografia articulației coxofemurale pe dreapta. Coxită tuberculoasă (îngustarea spațiului articular, focare destructive pe fond de osteoporoză, uzări destructive ale suprafețelor articulare).

Fig. 37. Radiografia mâinii pe stânga. Poliartrită reumatoidă. Prezente toate simptomele artritei.

Folosind metode cu radionuclizi în diagnosticul artritelor s-a constatat că ^{99}Tc pirofosfat are capacitatea de a se cumula în sinovie. Concentrația ^{99}Tc pirofosfat în sinovia normală este neînsemnată, iar în sinovia inflamată concentrația izotopului brusc crește. ^{99}Tc pirofosfat se include proporțional cu gradul inflamației articulare. Acest fenomen poate fi constatat prin radiometrie, gamatopografie, gamascintigrafie.

Necroza aseptică a țesutului osos

Patogenia necrozei aseptice, în afara celor prin embolii gazoase, rupturi sau scleroze vasculare, se bazează întotdeauna pe tulburări circulatorii de natură vasomotorică, declanșate de traumatisme sub pragul elasticității osului ca rezultat al unor suprasarcini acute. Necroza poate afecta diferite zone de țesut osos, însă mai des cele metaepifizare (fig. 38).

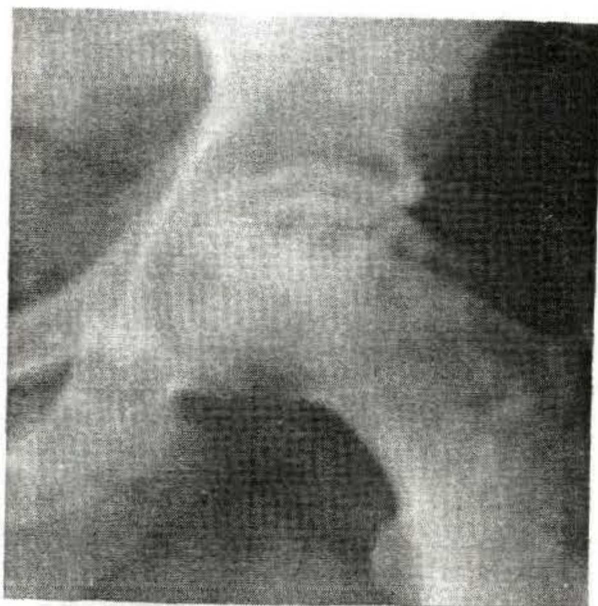


Fig. 38. Necroză aseptică a capului articular femural stâng.

Adesea la copii se întâlneşte necroza capului femural (Calve-Legg-Pertes). Deoarece afecţiunea se dezvoltă în perioada existenţei cartilajului de creştere, procesul distruge capul articular în întregime.

Afecţiunea se dezvoltă în câteva faze. Faza iniţială nu-şi găseşte o expresie radiologică. În faza următoare apare o densificare a spongioasei afectate, cu uşoară rarefiere în jur. Într-o fază mai avansată, conturul capului se modifică şi apar mici zone de transparenţă sporită cu aspect pseudochistic, situate uneori marginal, alternând cu zone mai dense. Mai târziu spongioasa afectată se prăbuşeşte cu totul prin tasare. Epifiza apare turtită, uneori despicată în mai multe fragmente. După tratare capul femural apare sub formă de ciupercă (deformat).

La adulţi necroza aseptică atacă parţial capul articular. Tabloul radiologic al necrozei aseptice este caracteristic şi include trei faze:

a) mărirea spaţiului radiologic articular, deformarea epifizei cu aplatizarea suprafeţei articulare;

b) formarea unor fragmente epifizare;

c) restabilirea treptată a epifizei (numai parţial).

Radiodiagnosticul afecţiunilor coloanei vertebrale

Spondilita tuberculoasă

Spondilita tuberculoasă este o maladie specifică secundară a sistemului osos ce afectează mai frecvent persoane de 20–30 ani (Brocher, P.G. Kornev). Teoretic putem deosebi două variante de localizare iniţială a afectului în corpul vertebral: central şi marginal.

La spondilita tuberculoasă cu localizare centrală în corpul vertebrei a focarului destructiv schematic diferenţiem următoarele faze:

1. faza formării cavernei tuberculoase în centrul corpului vertebral. Mai efectivă în depistarea ei este tomografia, care poate evidenţia uneori şi sechestre spongioase slab vizibile în cavitatea cavernei;

2. faza deschiderii cavernei după limitele plăcuţelor marginale subcondrale cranial sau caudal, mai rar posterior ce reprezintă un pericol deosebit – se poate dezvolta meningita tuberculoasă (fig. 39);

3. faza destrucţiei prin continuitate a vertebrei adiacente, destrucţiei totale a discului cartilaginos intervertebral şi formarea de abces "rece" din contul cumulării unor mase cazeoase subligamentar. Simptom patognomonic şi frecvent întâlnit;

4. faza schimbărilor destructive avansate. Procesul destructiv se răspândeşte mai departe în corpurile vertebrale. Către acest moment vertebra afectată primar, de regulă, este distrusă total. Corpurile vertebrelor adiacente devin cuneiforme (clin), se formează chifoza posterioară (gibus).

La dezvoltarea spondilitei tuberculoase cu localizare primară marginală procesul se dezvoltă în felul următor:

Fig. 39. Tomografia vertebrelor toracale inferioare – lombare superioare. Spondilită tuberculoasă (focare destructive în corpurile vertebrale toracale) (Th_{XI} – Th_{XII} și L_1).

1. faza densificării țesuturilor moi paravertebrale – inflamarea aparatului ligamentar. Proces destructiv în regiunea unui unghi al corpului vertebral;

2. faza destrucției de contact a unghiurilor vertebrale adiacente;

3. faza când vertebra primar afectată devine cuneiformă. Afară de aceasta sunt distruse unghiurile corpurilor vertebrale adiacente. Se formează chifoza;

4. în această fază schimbările coincid cu cele caracteristice pentru faza a patra a spondilitei cu localizare vertebrală centrală.

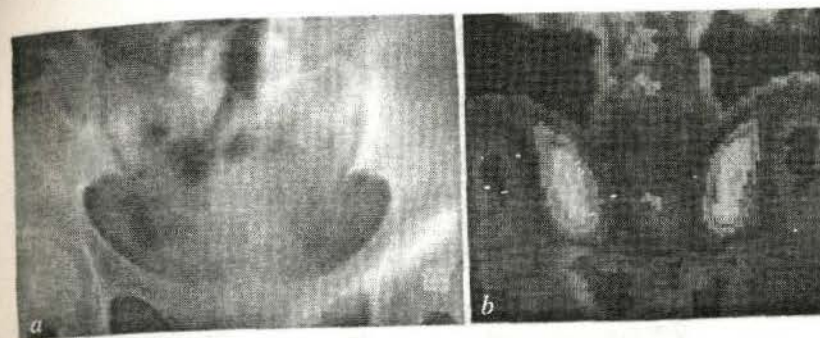


Fig. 40. *a* – Radiografia articulațiilor sacroiliace. Sacroiliită bilaterală la spondiloartrita anchilozantă (dilatarea spațiului radiologic articular, ștergerea contururilor suprafețelor articulare, osteoscleroză subcondrală; *b* – Scintigrama articulațiilor sacroiliace. Cumulare intensivă a ^{99m}Tc pirofosfat la sacroiliita anchilozantă.

Spondilita anchilozantă

Se caracterizează prin schimbări inflamatoare ale coloanei vertebrale de origine autoimună. Poate apărea la toate vârstele, însă mai frecvent manifestările clinice apar între 17 și 25 ani și rar după 45 ani.

Manifestări radiologice relativ timpurii:

1. sacroiliită bilaterală cu mărirea spațiului radiologic articular, ștergerea contururilor suprafețelor articulare, osteoscleroza țesuturilor adiacente (fig. 40);

2. mărirea spațiilor articulare intervertebrale, apariția simptomelor de ligamentoză (densificări ale ligamentelor longitudinale laterale) în regiunea toracolombară a coloanei vertebrale.

Manifestări radiologice tardive:

1. anchiloza articulațiilor intervertebrale;
2. anchiloza articulațiilor iliosacrale;
3. ligamentoza răspândită inclusiv și în regiunea cervicală cu formarea "bastonului de bambuc" (fig. 41).

Fig. 41. Radiografia coloanei vertebrale – porțiunea lombară. Manifestări de ligamentoză concomitente spondilitei anchilozante "bastonul de bambuc".

Dereglări degenerativ-distrofice articulare

Pentru sindromul degenerativ-distrofic articular este caracteristic:

a) îngustarea spațiului radiologic articular;

b) producții osoase pe marginea suprafețelor articulare;

c) deformarea suprafețelor articulare (la început are loc aplatizarea lor);

d) osteoscleroza țesutului osos subcondral, mai ales a sectoarelor supuse unor acțiuni mecanice sporite;

e) hipertransparențe locale în formă de chisturi mărunte cu contur net (fig. 42).

Fig. 42. Artroză deformantă a articulației genus (îngustarea spațiului articular; producții osoase pe marginea suprafețelor articulare, deformarea suprafețelor articulare, aplatizarea lor), osteoscleroză, chisturi mici cu contururi nete.

Dereglări degenerativ-distrofice ale coloanei vertebrale

Se caracterizează prin următoarele schimbări (fig. 43):

a) îngustarea spațiului intervertebral;

b) deformarea corpurilor vertebrale cu apariția unor osteofiți (sindesmofiți) pe marginea lor;

c) apariția herniilor de disc (Schimorl) – când țesutul cartilaginos distal penetrează în formațiunile osoase megieșe. Radiologic se manifestă sub forma unor scobituri (uzuri) mai frecvent semicirculare delimitate de un lizereu fin, intens opac;

d) Dislocări vertebrale (spondilolisteza). Pot fi posterioare, anterioare și laterale. Dislocările sunt determinate de starea unor ligamente distale, care slăbesc sistemul de legătură intervertebral. Radiologic se evidențiază decalajul între unghiurile vertebrale.

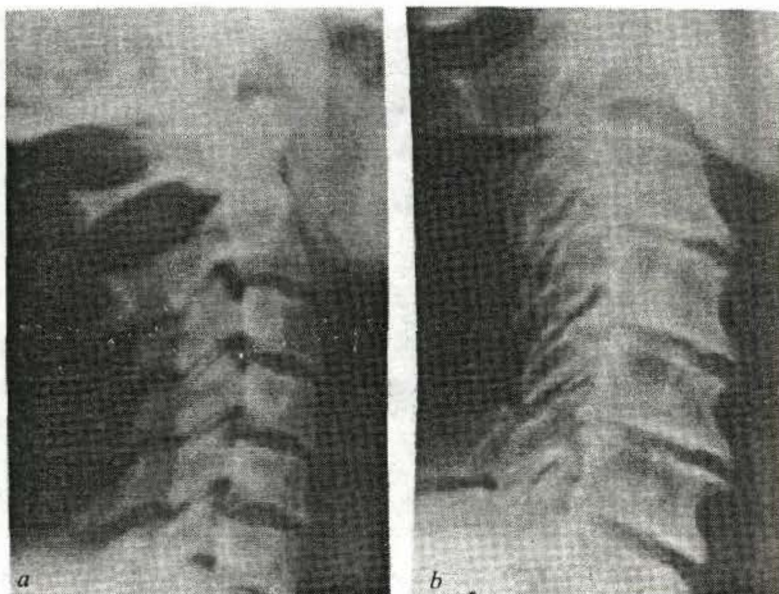


Fig. 43. Radiograme ale coloanei vertebrale – partea cervicală în incidență laterală: *a* – normală; *b* – osteocondroza coloanei vertebrale.

Tabloul radiologic al tumorilor osteogene

Cunoaștem tumori maligne și tumori benigne. Tumorile maligne pot fi primitive (primare) și metastatice (secundare). Mai des se întâlnește sarcomul osteogen. Simptomul de bază al tumorii este osteodestrucția cu apariția unor defecte în structura osoasă cu contururi și formă neregulată. Stratul cortical la nivelul tumorii adesea este întrerupt. Periostul, calcificându-se, formează pe marginea tumorii simptomul de "cozoroc periostal" (fig. 44).

După structura histopatogenă sarcomul osteogen poate fi osteoblastic, osteoclastic sau mixt. La sarcomul osteoblastic procesele de formare a țesutului osos predomină asupra celor de osteodestrucție, iar pentru cel osteoclastic procesul are loc invers. Se mai întâlnește un simptom patognomonic pentru sarcomul osteogen – simptomul de "spicule" (substratul histopatologic,

vezi periostoza aciculară). Radiologic se manifestă prin apariția unor formațiuni osoase lamelare sau acciforme aranjate paralel între ele și perpendiculare pe axa osului (fig. 45). De regulă, la tumorile osteogene lipsesc: periostita și sechestrele. Tumorile maligne se întâlnesc la copii și tineri (în 80 % cazuri).

Fig. 44. Radiograma oaselor gambei în incidență anterioară. Sarcom osteogen al tibiei. Forma osteoblastică.

Tumorile osteogene maligne secundare sunt mult mai frecvente decât tumorile osoase primitive. De aceea depistarea lor este importantă din punct de vedere practic, cu atât mai mult că metastazele nu însoțesc întotdeauna o tumoare malignă cu manifestări clinice evidente. Metastazele în țesutul osos mai des apar la cancerul pulmonar, al glandei mamare și prostatei. Se manifestă prin procese de osteodestrucție lipsite de sechestre și periostită. Însă uneori se întâlnesc metastaze osteoblastice, în jurul cărora țesutul osos devine mai compact (metastaze la cancerul prostatei, al glandei mamare).

Așa tumori benigne ca osteomul, osteocondromul și condromul au contururi bine delimitate și structura țesutului din care se dezvoltă (fig. 46). Hemangiomul mai frecvent se întâlnește în structurile corpurilor vertebrale. Este format din ghemuri de vase sanguine, care local întrețin o hiperemie permanentă. Ca rezultat trabeculii osoși secundari se demineralizează chiar până la dispariție. Se evidențiază radiologic numai trabeculii care susțin sarcina statică și mecanică. Manifestări mai timpurii de prezență a tumorilor maligne (primare sau secundare) osoase demască metodele radionuclide. Se

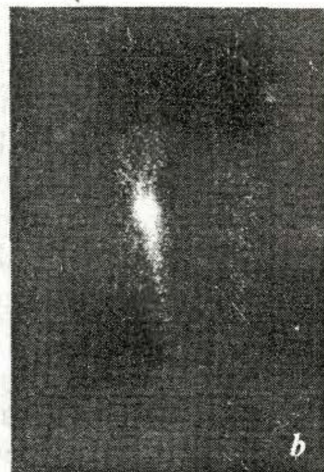


Fig. 45. *a* – radiografia oaselor gambei pe dreapta. Sarcom osteogen; osteoclasic. *b* – scintigrama oaselor gambei cu 85Sr, cumularea sporită a radiofarmaceuticului în țesutul tumoral.

foloseşte izotopul ^{85}Sr – emanator pur de cuante γ cu energie de 0,513 MeV si $T_{1/2}$ de 64 zile. Tumorile maligne de proveniență osteogenă cumulează ^{85}Sr de 5–10 ori mai mult decât structurile normale. Cumularea maximă de ^{85}Sr în tumoarea malignă are loc după 2 zile şi se păstrează timp de 3–7 zile (fig. 47). În tumorile benigne concentrarea avansată a radiofarmaceuticului se păstrează numai 2–3 zile.

Se folosesc şi alte radiofarmaceutice – ^{99m}Tc (fosfați, pirofosfați, difosfați, polifosfați). Afară de radiometrie, mai ales pentru determinarea gradului răspândirii tumorilor unor organe inaccesibile (vertebrelor, omoplaților, coastelor), se foloseşte gamatopografia, gamascintigrafia.

Fig. 46. Radiografia oaselor gambei pe dreapta. Osteom al tibiei. Structură neomogenă, contur bine delimitat.

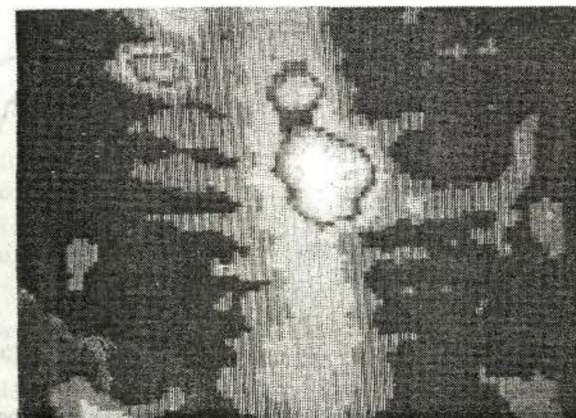


Fig. 47. Focar de cumulare sporită a radiofarmaceuticului ^{85}Sr în corpul vertebrei toracale – metastază de cancer cu localizare primară în glanda mamară.

Metode radiologice de cercetare a dinților și maxilarelor

În stomatologia modernă se întrebuințează pe larg diferite metode de radiodiagnostic, însă metoda principală de explorare radiologică este *radiografia*. Se efectuează cu ajutorul unor instalații radiologice speciale cu care, în prezent, sunt înzestrate toate instituțiile stomatologice specializate.

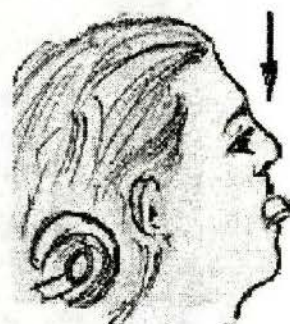
În ultimul timp se utilizează metode noi de cercetare a dinților și mai ales tomografia în panoramă, teleradiografia, radiocinematografia, care ne permit să ne imaginăm unele caracteristici ale afecțiunilor stomatologice nestudiate până în prezent.

Cunoaștem metode de radiografie a dinților intraorale (fig. 48) și extraorale (fig. 49). Radiogramele intraorale se împart în radiograme prin contact, când pelicula învelită în hârtie neagră, apoi în hârtie parafinată se fixează prin apăsare pe mucoasa bolții palatine sau suprafața internă a corpului mandibulei, și prin mușcare, când pelicula este strânsă între dinții maxilarelor.

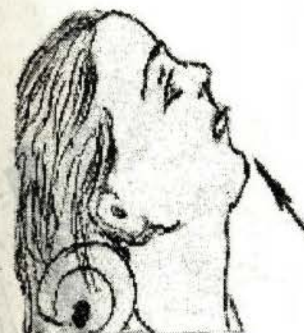
Particularitățile construcției anatomice a maxilarelor nu ne permit să aranjăm pelicula paralel cu dinții. Ea este fixată sub un unghi față de axa dintelui cercetat. În așa fel coroana dintelui se lipește de peliculă,

Fig. 48. Metode de radiografie intraorale:

a – poziția capului, peliculei și a tubului la o radiografie a bolții palatine;



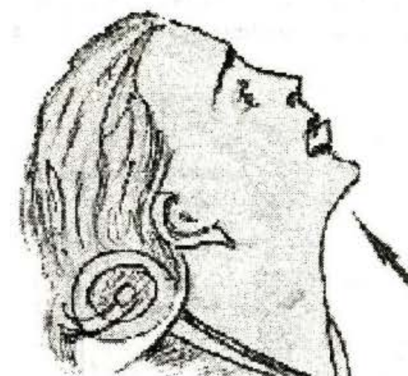
b – poziția capului, peliculei și a tubului la o radiografie a părții anterioare a maxilarului;



c – poziția capului, peliculei și a tubului la o radiografie a porțiunii anterioare a maxilarului prin mușcătură;

d – poziția capului, peliculei și a tubului la o radiografie intraorală a porțiunii anterioare a mandibulei;

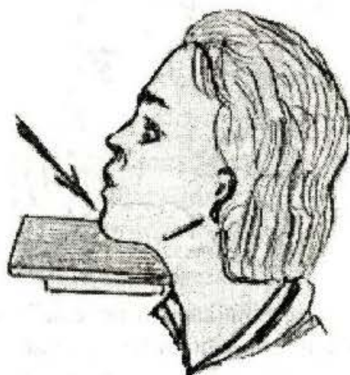
e – poziția capului, peliculei și a tubului la o radiografie intraorală prin contact a porțiunii anterioare a maxilarului;



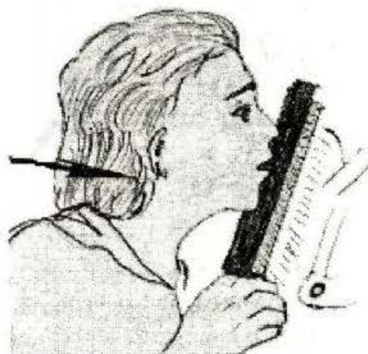
f – poziția capului, peliculei și a tubului la o radiografie a fundului gurii.

pe când rădăcina lui se găsește mai departe de ea. Ca rezultat imaginea rădăcinii dintelui și a proceselor patologice apare alterată. Reducem la minim acest fenomen conducându-ne de regula "izometriei" propusă de Țeșinski: fasciculul central de raze *X* trebuie îndreptat în apexul

Fig. 49. Metode de radiografie extraorale:



a – poziţia capului, peliculei şi direcţia razei centrale la o radiografie a corpului mandibulei;



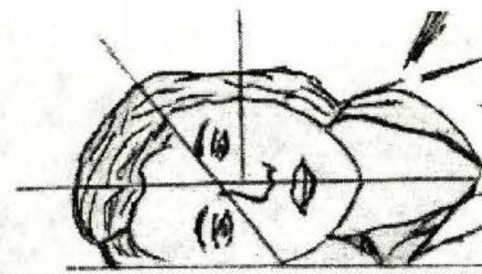
b – poziţia capului, peliculei şi direcţia razei centrale la o radiografie a regiunii submandibulare;

c – poziţia capului, peliculei şi direcţia razei centrale la o radiografie a porţiunii orizontale mandibulare;

d – poziţia capului, peliculei şi direcţia razei centrale la o radiografie a articulaţiei temporomandibulare după Prodes;

rădăcinii dintelui perpendicular pe bisectoarea unghiului format de axa dintelui şi suprafaţa peliculei (fig. 50).

Prin urmare, la radiografia fiecărui dinte unghiul de înclinare a



e – poziţia capului, peliculei şi direcţia fasciculului central la o radiografie a articulaţiei temporomandibulare (după Şuller).

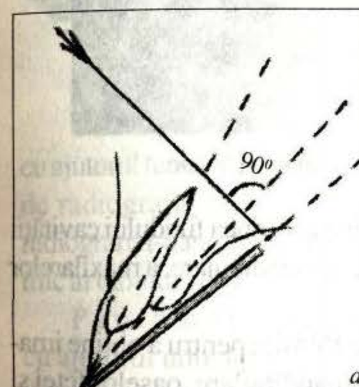
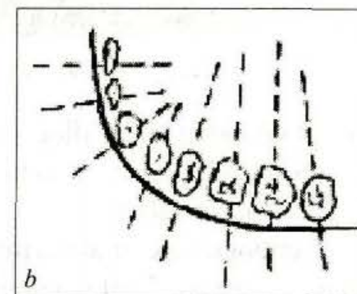


Fig. 50. *a* – regula "izometriei": raza centrală este îndreptată perpendicular pe bisectoarea unghiului format de axa dintelui şi planul peliculei;



b – îndreptarea ortoradiculară a razelor pentru fiecare dinte în parte la o radiografie intraorală.

tubului de raze *X* este schimbat, fiind dirijat de un dispozitiv special pentru măsurarea unghiurilor, amplasat pe suprafaţa învelişului protector al tubului.

Radiografia intraorală prin muşcare este utilizată în cazul când radiografia prin contact nu poate fi efectuată (traume, inflamaţii şi tumori ale cavităţii bucale). Filmarea prin muşcare este comodă la

Fig. 51. Tomografia articulaţiei temporomandibulare.

cercetarea copiilor, tinerilor pentru a obţine imaginea fundului cavităţii bucale, glandelor salivare sublinguale şi submandibulare, a maxilarelor în incidenţă axială etc.

Radiografia extraorală mai des este folosită pentru a obţine imaginea mandibulei, articulaţiei temporomandibulare, oaselor feţei şi glandelor salivare, sinusurilor paranazale, osului zigomatic şi oaselor bolţii craniene – în incidenţe antero-posterioară şi axială. Se utilizează pelicule de dimensiunile 13x18 cm şi 18x24 cm cu ecrane amplificatoare.

O metodă radiologică importantă de cercetare a dinţilor şi maxilarelor este t o m o g r a f i a. Această metodă ne permite să obţinem imaginea unui strat (după dorinţă) al organului cercetat (fig. 51).

Tomogramele se obţin datorită mişcării sincronice a tubului de raze *X* şi a casetei cu peliculă în direcţii opuse. În orice moment al mişcării în planul stratului razele nimeresc pe aceleaşi sectoare ale peliculei. Ca rezultat obţinem imaginea clară a unor structuri aranjate la adâncimea respectivă.

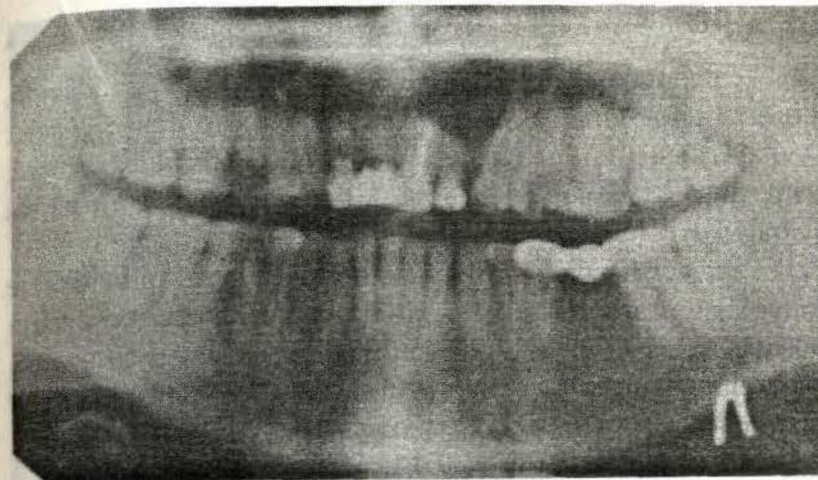


Fig. 52. Pantomografie.

P a n a g r a f i a – radiografia simultană a dinţilor ambelor maxilare cu ajutorul tubului de raze *X* cu focar mic şi dimensiuni reduse. În proces de radiografie tubul de raze *X* se găseşte în cavitatea bucală. Pe radiograma-panoramă sunt fixate simultan maxilarele şi dinţii. Focarul mic al tubului de raze *X* garantează o imagine netă a structurii osului.

P a n t o m o g r a f i a (tomografia în panoramă) se efectuează cu ajutorul unui aparat numit pantomograf. În momentul filmării sincronice în direcţii opuse se mişcă tubul de raze *X* şi pelicula pe un arc de 270° în jurul obiectului (fig. 52).

F i s t u l o g r a f i a este o metodă la care substanţa de contrast (iodlipol) sub presiune se introduce în orificiul extern al fistulei pentru a clarifica legătura ei cu afecţiunea patologică.

Se întrebuinţează pe larg angiografia vaselor sanguine faciale, contrastarea sinusurilor paranazale (gaimorografia) şi a glandelor salivare (sialografia).

Pentru identificarea afecţiunilor glandelor salivare submandibulare, tumorilor, afectărilor metastatice ale ganglionilor limfatici etc. se foloseşte pe larg metoda de contrastare cu aer – p n e m o g r a f i a.

Anatomia radiologică a dinților și maxilarelor

În componența dinților deosebim: coroana, colul și rădăcina, care pe radiogramă se imaginează cu contururi dense și nete. Cavitatea dentară și canalul rădăcinilor, care conțin pulpa dentară, se imaginează radiologic sub formă de transparență situată în partea centrală a dintelui.

Dinții incisivi, dinții canini și premolarii (afară de primul dinte premolar de sus) au câte o rădăcină. Molarii superiori au trei rădăcini, inferiori – două. Rădăcinile dinților sunt fixate cu ajutorul aparatului ligamentar – periodontul, care este reflectat radiologic sub formă de bandă transparentă între rădăcină și substanța corticală a alveolei dentare cu lățimea de 0,15–0,25 mm.

Anomaliile și viciile de dezvoltare a dinților și maxilarelor se împart în două grupe: anomalii de dezvoltare a maxilarelor, care duc la dereglarea mușcăturii, și anomalii de dezvoltare a dinților.

La grupa întâi se referă: micrognația (hipoplazia), macrognația (hiperplazia maxilarelor și fisurarea înnăscută a procesului alveolar și bolții palatine). Explorarea radiologică la o dereglare a mușcăturii ne permite să constatăm caracterul și gradul afectării țesutului osos.

Anomalia dezvoltării dinților se manifestă prin anomalii de structură, formă, dimensiuni, număr, poziție și timpul apariției lor.

Afectări traumatice ale dinților și maxilarelor

Fracturile maxilarelor și dinților radiologic se manifestă prin aceleași simptome, care caracterizează fracturile oaselor tubulare: linia fracturării și deplasarea fragmentelor osului fracturat.

O fractură izolată a dintelui se poate localiza în regiunea rădăcinii sau coroanei. Poate fi transversală, oblică și așchiată. Fractura rădăcinii, de regulă, este însoțită de traumatizarea alveolei dintelui.

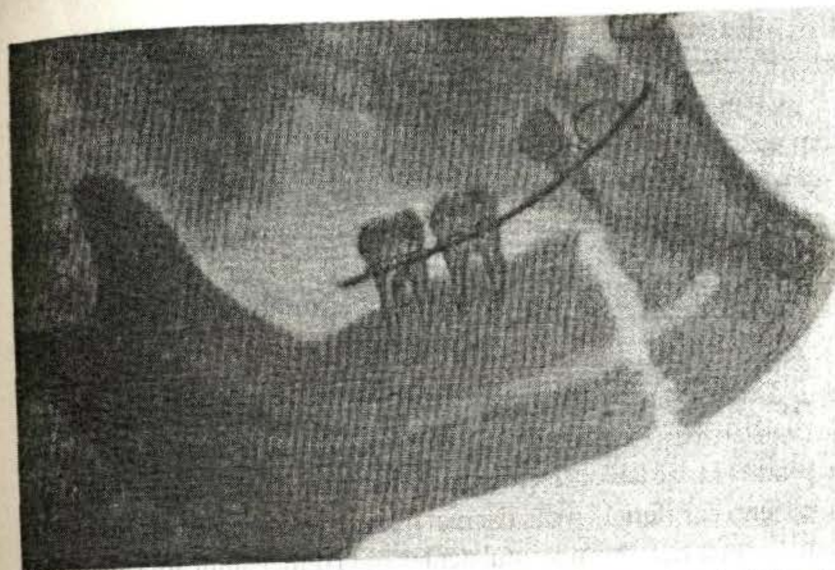


Fig. 53. Radiografia mandibulei. Fractură transversală a porțiunii drepte a mandibulei ce trece prin alveola premolarului pe dreapta cu diastaza fragmentelor.

Luxațiile dinților se caracterizează printr-o dereglare de corelație anatomică între dintele luxat și alveola dentară. Luxațiile deseori se complică cu o dereglare de integritate a pereților alveolei dentare.

Fracturile mandibulei (maxilarului inferior) constituie circa 80% din toate fracturile maxilarelor. Apar în locul acțiunii factorului mecanic sau pot fi reflectate, adică apar la o oarecare distanță de locul acțiunii forței. Se întâlnesc fracturi multiple, solitare, transversale, longitudinale, oblice, combinate etc.

Fracturile mandibulei mai des se întâlnesc în locurile anatomice slabe – în regiunea unghiului și corpului mandibulei, la nivelul caninilor, molarilor, colului mandibular, procesului articular (fig. 53). Destul de frecvent se întâlnesc fracturi ale oaselor nazale și zigomatice.

Fracturi izolate ale maxilarului superior se întâlnesc rar și apar, de regulă, în regiunea procesului alveolar în locul aplicației forței traumatice. Diagnosticul radiologic al acestor fracturi este dificil, deoarece linia fracturării este foarte îngustă și se pierde în desenul

țesutului spongios. În aceste cazuri recurgem la o explorare tomografică.

Cu greu se diagnostică și fracturile peretelui anterior al sinusului maxilarului superior. Adesea ne bazăm numai pe simptome indirecte – opacifierea câmpului pneumatizat al sinusului, prezența unui nivel orizontal, pătrunderea aerului în țesuturile faciale moi.

Diagnosticul radiologic al afecțiunilor dinților și maxilarelor

C a r i a este cea mai răspândită afecțiune dintre maladiile dentare. Se caracterizează prin dereglări locale ale smalțului, dentinei și cimentului ce condiționează tabloul radiologic al afecțiunii. Afecțiunea se întâlnește la pacienți de diferită vârstă, dar mai frecvent la copii. Se manifestă prin apariția unor defecte în țesutul dentar de la dimensiuni abia apreciate până la cavități masive de diferite forme. Tabloul radiologic al cariei se manifestă printr-un defect al țesutului dintelui de diferite forme și dimensiuni. Explorarea radiologică joacă un rol important în diagnosticul cariei cu localizare pe suprafața de contact a dinților, în regiunea gâtului ori rădăcinii, sub plombă sau coroană. Cavitățile localizate mai departe de marginea dintelui se diagnostică cu greu.

P e r i o d o n t i t a este un proces de inflamație a periodontului apărut ca urmare a pătrunderii infecției. Inițial apare în regiunea apexului rădăcinii, mai apoi răspândindu-se pe întreg spațiul periodontal. Periodontitele acute radiologic nu se diagnostică. Pentru periodontitele cronice sunt caracteristice: mărirea și deformarea incizurii periodontale, dereglarea integrității septurilor interalveolare și schimbarea structurii țesutului din jurul alveolei. Se cunosc câteva forme de periodontită cronică: granulată, granulomatoasă și fibroasă (J.G. Lucomski).

F o r m a g r a n u l a t ă se caracterizează prin creșterea unor granulații și lizarea purulentă a țesutului din jurul periodontului. Tabloul radiologic vizualizează schimbările patologo-anatomice care se manifestă prin mărirea incizurii periodontale, mai ales în regiunea apexului rădăcinii, și destrucția septurilor interalveolare.

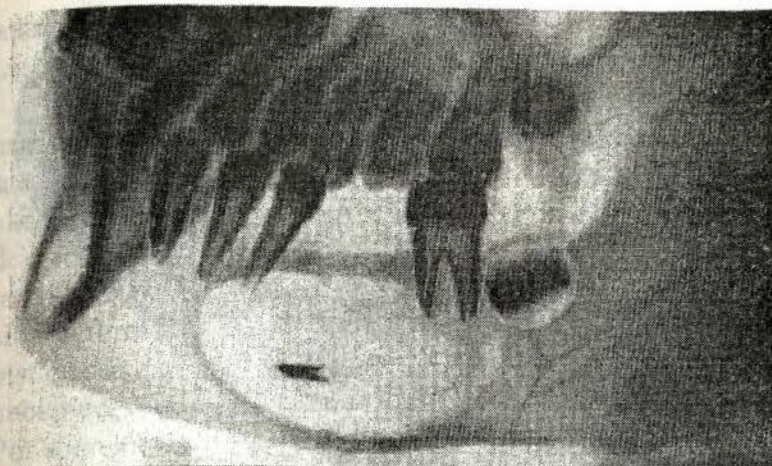


Fig. 54. Chist radicular: regiunea primului molar, în cavitate rădăcina⌈6.

F o r m a g r a n u l o m a t o a s ă se caracterizează prin formarea unui granulom localizat în regiunea apexului radiologic imaginat printr-un focar de rarefiere sau destrucție a țesutului osos de o formă neregulată cu contururi netede și nete. Avem așa-numitul granulom chistic, când defectul ia o formă rotundă bine delimitată, uneori mărginită de o bandă din țesut sclerozat.

P e r i o d o n t i t a f i b r o a s ă este o fază de încheiere a periodontitei acute, cronice granulate, uneori și granulomatoase. Reprezintă forma benignă a periodontitei cronice. Este însoțită de un proces de dezvoltare a țesutului fibros paralel prezenței unor focare de inflamație. Radiologic incizura periodontală apare deformată, neuniform mărită, placa marginală se păstrează, uneori se imaginează compact sclerozată. Adesea rădăcina dintelui apare local îngroșată în legătură cu o hipercimentoză. Procesul inflamator cronic duce la formarea unui chist radicular (fig. 54).

O s t e o m i e l i t a m a x i l a r e l o r poate fi de origine traumatică, odontogenă și hematogenă. Osteomielita traumatică adesea se întâlnește ca o complicație a fracturilor maxilarului inferior în regiunea arcului dentar sau poate fi condiționată de o in-

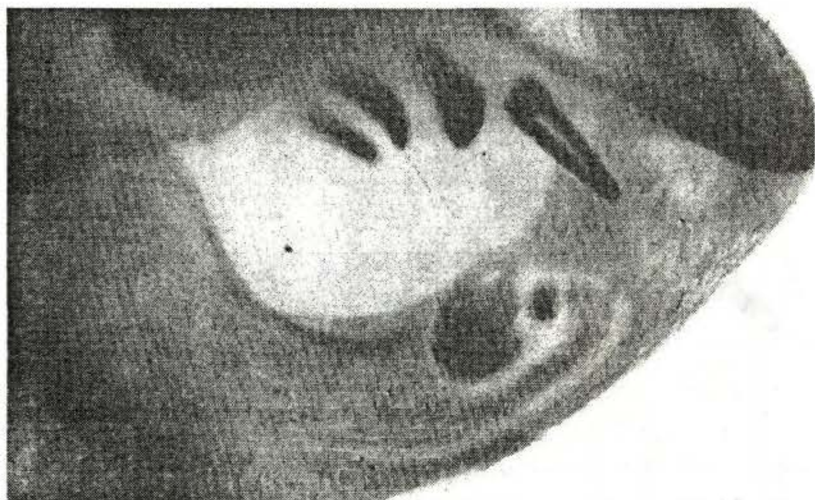


Fig. 55. Osteomielită activă a procesului alveolar al corpului mandibulei în regiunea dinților 7, 6, 5 ce lipsesc. Sechestre multiple. Proces localizat.

fecție odontogenă. Frecvența osteomielitei, ca o complicație a fracturilor maxilarelor, mai ales a celui inferior, rămâne până în prezent înaltă. Unii autori subliniază existența unei corelații între dezvoltarea procesului osteomielitic și infectarea țesutului osos din cavitatea bucală sau a focarelor inflamatoare cronice din parodonțiu. Apariția mai puțin frecventă a osteomielitei, ca o complicație a unei traume a maxilarului superior, se explică prin particularitățile deosebite ale circulației sanguine. Primele simptome radiologice ale osteomielitei traumatice se apreciază după 8–10 zile. Conturul fragmentelor devin neregulate și pierd netitatea. Apar focare de destrucție a țesutului osos, care la început se manifestă ca niște sectoare de osteoporoză (fig. 55). Pot apărea sechestre din așchii, care se necrozează, sau zone de necroză a fragmentelor osoase. Radiologic sechestrele apar de o intensitate mult mai mare decât țesutul osos normal.

O s t e o m i e l i t a o d o n t o g e n ă se întâlnește mai des la copii. După 8–10 zile apar sectoare de osteoporoză, care trec în zone de osteodestrucție a țesutului osos. Apoi apar sechestre în țesutul osos spongios și cortical. La un tratament activ, după sechestrarea

țesuturilor necrozate în zonele afectate de osteomielită țesutul osos regenerează foarte activ, mai ales la copii.

Foarte rar întâlnim o s t e o m i e l i t a h e m a t o g e n ă a maxilarelor. Primele simptome radiologice apar după ziua a 8-a sau a 10-ea. Această formă se deosebește prin gradul de răspândire a schimbărilor patologice, care adesea ocupă un os întreg. Sectoarele de osteoporoză, contopindu-se, formează focare multiple de destrucție a țesutului osos cu formarea sechestrelor de diferite dimensiuni și forme. Periostita însoțește forma cronică. Radiologic depistăm sectoare mari de destrucție cu sechestre. La dezvoltarea unor procese de regenerare țesutul osos se sclerozează neuniform. Pot apărea complicații – fracturi patologice cu formarea unor articulații false, fistule etc.

P a r o d o n t o z a – un proces degenerativ-distrofic în țesuturile care înconjoară dintele – progresează și afectează procesele alveolare ale ambelor maxilare. Afecțiunea este însoțită de pierderea fixației dinților, clătinarea lor. Din buzunarele gingivale se elimină un conținut seros-purulent. Parodontoza apare, după părerea savanților contemporani, în cazul unei dereglări trofice a parodonțiului, la scleroza arteriolelor procesului alveolar. La dezvoltarea acestui proces factorii neurogeni ocupă un loc important.

Simptomul radiologic de bază este osteoporoza procesului alveolar și resorbția plăcilor marginale compacte ale alveolelor. Deosebim patru grade de dezvoltare a procesului.

Gradul I. Decurge asimptomatic. Sub aspect radiologic descoperim un proces de resorbție a plăcilor marginale și osteoporoză în regiunea apexurilor septurilor interalveolare. Incizura periodontală radiologic se prezintă mărită.

Gradul II. Apar hemoragii gingivale, simptome de gingivită marginală cu scurgeri seroase-purulente și depuneri de piatră dentară. Radiologic apar semne de resorbție a țesutului cortical marginal al alveolelor până la o jumătate din lungimea rădăcinii, gâtul dentar rămâne descoperit (fig. 56).

Fig. 56. Manifestări radiologice de parodontoză: *a* – atrofie orizontală a procesului alveolar (gradul I) în regiunea incizivilor inferiori; *b* – atrofia procesului alveolar (gradul II) în regiunea|1 1 2. Carie secundară medială |1; *c* – atrofie orizontală a procesului alveolar în regiunea |4 5 6 (gradul II).

Gradele III, IV. La o progresare a procesului plăcile marginale dispar, iar în țesutul spongios din apropierea alveolelor apar procese de destrucție și osteoliză cu contururi șterse. Procesul poate fi stopat, însă înălțimile septurilor interalveolare nu se restabilesc.

Radiodiagnosticul tumorilor maxilarelor

1. Tumori de origine odontogenă – odontomul, adamantinomul, cementomul.

2. Tumori de proveniență neodontogenă:

a) benigne – osteomul, condromul, mixomul, hemangiomul;

b) maligne – sarcomul osteogen, reticulosarcomul, endoteliomul (tumoarea Ewing), plasmocitomul (boala Rustițki-Kahler).

Tumori ale maxilarelor de origine odontogenă

O d o n t o m u l se dezvoltă din elementele de germinație ale dintelui. Histologic apare ca o combinație de țesuturi dentare.

Mai frecvent se întâlnește odontomul simplu, care este provocat de viciul de dezvoltare a unui singur dinte.

Odontomul compus se formează la dereglarea diferențierii a câtorva dinți. Se întâlnește mai des la copii și tineri. Clinic nu se manifestă sau se manifestă slab. Prezintă o descoperire radiologică. De regulă se localizează în zona molarilor, în apropierea unghiului

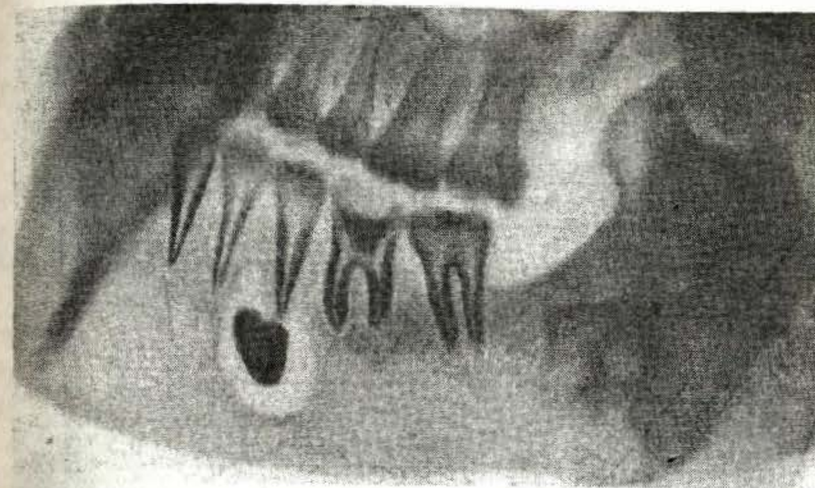


Fig. 57. Odontom mandibular în regiunea premolarilor. Carie secundară în coroniță |6. La rădăcini – pericementită în fază activă. Cavitate cariată superficială în coroniță |7.

mandibulei, mai rar în zona caninilor maxilarului superior (fig. 57). Se dezvoltă foarte încet.

Radiologic distingem un sector de țesut cu densitatea sporită de formă rotundă sau ovală cu contururi nete. În jurul formațiunii permanent se determină o zonă îngustă transparentă condiționată de capsula fibroasă a tumorii.

A d a m a n t i n o m u l – tumoare benignă, care-și ia începutul din epiteliul formațiunii care produce smalțul și intră în componența germenului dentar. Se întâlnește mai frecvent la vârsta de 35–40 ani și are o localizare preferențială în regiunea unghiului mandibulei. Se dezvoltă lent, duce la deformații locale. Cunoaștem două forme: chistică și solidă (fig. 58).

Tabloul radiologic la forma chistică se manifestă printr-o mulțime de focare de resorbție a țesutului osos sub formă de chisturi despărțite între ele prin septuri, care se imaginează radiologic printr-un desen ce ne amintește fagurii de miere.

Forma solidă se întâlnește mai rar. Radiologic se caracterizează

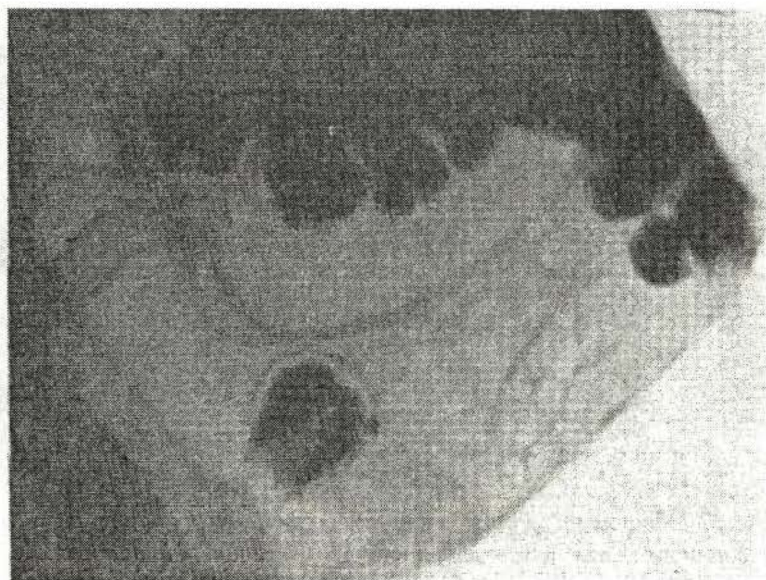


Fig. 58. Adamantinom mandibular (multiple cavități mărginite de septuri subțiri). Dinte nedezvoltat (molar) cu localizare în regiunea unghiulară pe dreapta.

printr-o cavitate înconjurată de un văl subțire din țesut clerozat și ne amintește de un chist. Luminozitatea adamantinomului solid este mai puțin exprimată și spre deosebire de chist este neomogenă.

C i m e n t o m u l – tumoare din țesut conjunctiv. Radiologic apreciem un focar de osteodestrucție care conține insulițe calcaroase.

Se întâlnește mai des la femei în vârstă de la 20 până la 60 ani.

Tumori ale maxilarelor de origine neodontogenă

O s t e o m u l – tumoare benignă din țesut osos cu localizare intracostală sau costală. După structură pot fi spongioase, compacte și mixte. Radiologic se manifestă sub formă de o opacitate intensivă, omogenă, de formă rotundă sau ovală cu contururi nete, neregulate.

C o n d r o m u l – tumoare benignă din țesut cartilaginos. Întâlnim condroame cu localizare centrală (encondrom) și periferică (econdrom). Radiologic prezintă un focar transparent net, delimitat de o formă ovală. Poate conține sectoare mici calcaroase.

O s t e o c o n d r o m u l – sectoare de țesut osos alternează cu țesut cartilaginos.

M i x o m u l se dezvoltă lent din resturile structurilor embrionale. Crește din cavitatea bucală, pătrunzând în structurile osoase. Tabloul radiologic nu diferă de imaginea unui chist.

H e m a n g i o m u l se dezvoltă din țesutul medular, nu este mărginit de capsulă fibroasă și constă din vase sanguine. Se întâlnește la toate vârstele.

Radiologic se caracterizează printr-un desen trabecular rar, format din trabecule puternice, bine delimitate, bine mineralizate, fără dereglări de continuitate.

Tumori maligne ale maxilarelor

S a r c o m u l o s t e o g e n constă din celule mezenchimale nediferențiate sau slab diferențiate. Se deosebește printr-o dezvoltare rapidă cu deformarea feței, dureri pronunțate.

Radiologic distingem trei forme: osteoblastică, osteoclastică și mixtă.

a) Forma osteoblastică se manifestă prin focare de osteoscleroză de formă neregulată, care alternează cu focare de osteodestrucție. Reacționează periostul sub formă de periostoză aciculară (vezi partea generală).

b) Forma osteoclastică reprezintă un sector de osteodestrucție cu contururi rupte, neregulate. Stratul osos compact se distruge, periostul calcificat formează o proeminență sub formă de "cozoroc".

c) Forma mixtă se manifestă prin diferite combinații de schimbări structurale întâlnite la formele osteoblastică și osteolitică (fig. 59).

R e t i c u l o s a r c o m u l se dezvoltă din țesut reticuloendotelial. Mai des se dezvoltă în peretele sinusului maxilarului superior. Radio-

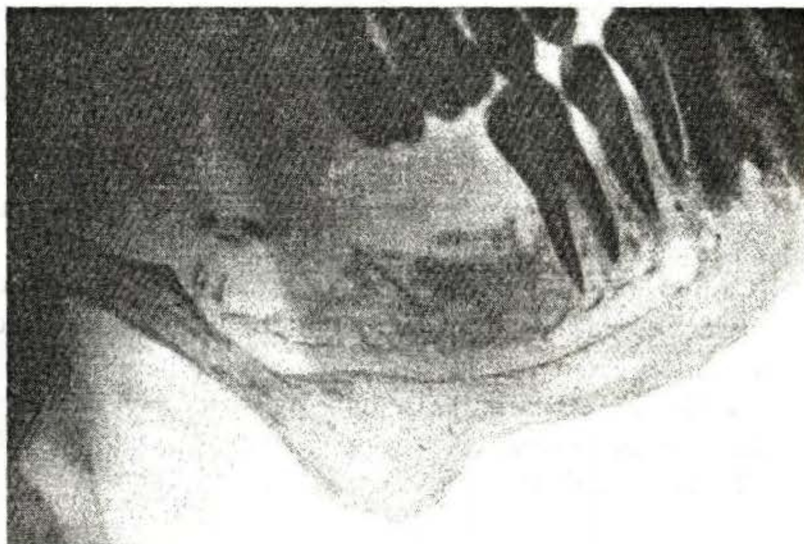


Fig. 59. Radiografia mandibulei, ramura dreaptă. Proces destructiv răspândit – tumoare malignă – osteosarcom, formă mixtă.

logic apare simptomul de opacifiere a câmpului pneumatic cu osteodestrucţia pereţilor şi mărirea sinusului în dimensiuni.

T u m o a r e a E w i n g (endoteliomul) se dezvoltă din ţesut reticuloendotelial. Afectează în special mandibula la tineri până la 20 de ani. Maladia are evoluţie activă cu dureri acute, temperatură avansată. Este unica tumoare a oaselor care poate da metastaze în alte oase ale scheletului.

M i e l o m u l – tumoare a ţesutului medular la baza căreia stă proliferaţia celulelor plasmatice. Mielomul poate fi solitar sau multiplu. Radiologic mielomul solitar se manifestă printr-un focar de osteodestrucţie de formă rotundă, ovală cu contururi nete şi netede. Periostul nu reacţionează.

La mielomul multiplu (Boala Rustiţki-Kahler) al oaselor mandibulei constatăm focare de osteodestrucţie cu contururi nete având în diametru până la 2 cm. Sectorul afectat apare suflat, ţesutul compact se subţie, însă de regulă se păstrează.

Tumori maligne secundare ale maxilarelor

Se împart în două grupe: infiltrative (cancer) şi metastatice. Un cancer se poate dezvolta din mucoasa cavităţii bucale infiltrând ţesutul osos.

Adesea se întâlneşte cancerul mucoasei sinusului maxilarului superior, care secundar distruge pereţii acestei cavităţi. Radiologic se evidenţiază procese de destrucţie a pereţilor. În fazele incipiente apare o opacifiere marginală, apoi totală a sinusului.

Metastaze în oasele maxilarelor se întâlnesc rar. Metastazele osteolitice sunt caracteristice pentru cancerul glandei mamare. Metastazele osteoblastice se întâlnesc la cancerul prostatei şi se manifestă prin prezenţa unor multiple sectoare de osteoscleroză ce intermitează cu structura normală.

Capitolul IV

EXPLORAREA RADIOLOGICĂ A APARATULUI RESPIRATOR

Actualmente se utilizează pe larg metoda radiologică la cercetarea organelor aparatului respirator, considerându-se una din cele mai răspândite proceduri radiologice. Aceasta se explică prin frecvența sporită a afecțiunilor pulmonare, folosirea pe larg a metodei radiologice în scopul cercetării profilactice a organelor cutiei toracice și, în sfârșit, prin eficacitatea ei diagnostică variată.

Organele aparatului respirator creează condiții favorabile pentru a fi explorate radiologic: țesutul pulmonar pneumatizat prezintă un fond ideal de contrastare a unor elemente anatomice normale (vasele sanguine pulmonare, coastele, țesuturile moi ale cutiei toracice ș.a.) și a proceselor patologice care au la bază schimbarea densității țesutului pulmonar.

Metode radiologice de cercetare a organelor cutiei toracice

Metodele de bază utilizate la explorarea organelor cutiei toracice sunt: r a d i o s c o p i a și r a d i o g r a f i a.

Radioscopia asigură cercetarea cutiei toracice în diferite incidențe și ne permite să studiem unele aspecte funcționale ale organelor. Însă posibilitățile radioscopiei sunt limitate în studierea detaliilor mici (desenul pulmonar, opacitățile de dimensiuni și intensitate mică, structura trabeculară a oaselor, mici focare destructive). Radioscopia, la început de explorare, de regulă, se efectuează în poziția verticală a bolnavului

(ortoscopia). Ortoscopia permite a studia bolnavul în incidențe multiple: directă, oblică, poziție de hiperlordoză și hiperchifoză. Necesitatea diagnostică ne impune să utilizăm unele metode suplimentare, ca radioscopia în poziție laterală a pacientului, culcat pe partea dreaptă sau stângă (lateroscopia). Cercetarea bolnavului poate fi efectuată și în poziție orizontală cu un fascicul de raze *X* cu îndreptare verticală (trohoscopia).

Radiografia reproduce structura anatomică a organelor mai bogat și mai clar decât radioscopia și permite să deosebim schimbări patologice în faze mai incipiente. Metoda obiectivizează tabloul afecțiunii și ne permite observări prin comparație în dinamic. Radiografia generală a organelor cutiei toracice se efectuează în incidență dorsoventrală și laterală (dreaptă și stângă) pe pelicule cu dimensiunile 30x40 cm.

În procesul explorării pot fi efectuate clișee țintite cu dimensiuni 18x24 cm și 13x18 cm, aranjând bolnavul în poziția optimă sub controlul radioscopiei. Imaginea unor detalii anatomice sau formații patologice pe care o radiogramă obișnuită nu le înregistrează poate fi obținută cu ajutorul unor radiograme efectuate la o tensiune mai înaltă și expunere sporită. În scopul detalizării unor imagini mici (opacități miliare, elemente ale desenului pulmonar) se folosesc clișee cu imagine mărită. Pentru a obține o imagine mărită de 1,5–2 ori, obiectul se îndepărtează de peliculă la 25 cm, distanța focar-piele optimă fiind de 1,5–2 m. Excluzând neclaritățile geometrice și utilizând focarul micro- al tubului de raze *X*, imaginea se obține de o claritate sporită.

Electrocardiografia (xeroradiografia). Imaginea se poate obține cu ajutorul unor plăci acoperite cu seleniu. La început, într-un dispozitiv special, plăcilor li se aplică o încărcătură electrică statică. Pe aceste plăci, preventiv ecranizate de lumină, sunt expuse obiectele cercetate radiologic. Sub influența razelor *X* potențialul electric al plăcii se schimbă, bineînțeles, neuniform. Cu alte cuvinte, apare imaginea camuflată, formată de încărcătura electrostatică.

Pulverizând suprafaţa plăcii cu un praf developant special, facem să apară imaginea obiectului; praful pulverizat se repartizează în funcţie de potenţialul local al plăcii. Imaginea obţinută e transferată pe o foaie de hârtie obişnuită. Mai apoi trecând-o prin vapori de acetonă şi toluol imaginea se fixează.

Radiofotografia prezintă fotografierea imaginii unui obiect apărute pe ecran în urma acţiunii razelor *X* cu ajutorul unei fotocamere montate în componenţa aparatului. Obţinem imagini având formatul 100x100 mm. Este o metodă economă şi rapidă.

Tomografia realizează imagini radiologice ale unui obiect sub formă de secţiuni cu localizare la diferite adâncimi (asemănător cupelor anatomo-patologice). Prin imprimarea unor mişcări sincronice şi totodată în sens invers, dintre tub şi peliculă faţă de stratul examinat, în jurul unui punct fix se produce înregistrarea formaţiunilor care se găsesc la nivelul fixat (fig. 60).

Celelalte formaţiuni nu se înregistrează din lipsa de timp suficient şi din cauza ştergerii imaginii prin mişcarea fasciculului de raze *X*.

B r o n h o g r a f i a permite să studiem aşezarea, dimensiunile, forma şi conturul bronhiilor după contrastarea lor. Se folosesc

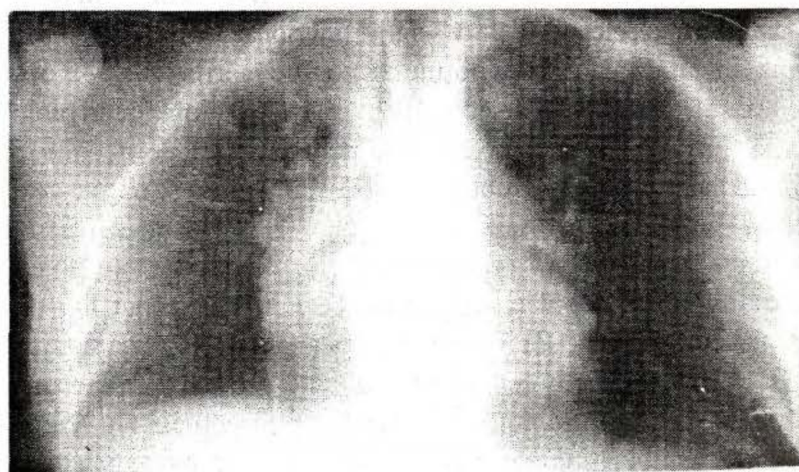


Fig. 60. Tomograma plămânilor, secţiunea bifurcaţiei bronhiilor.

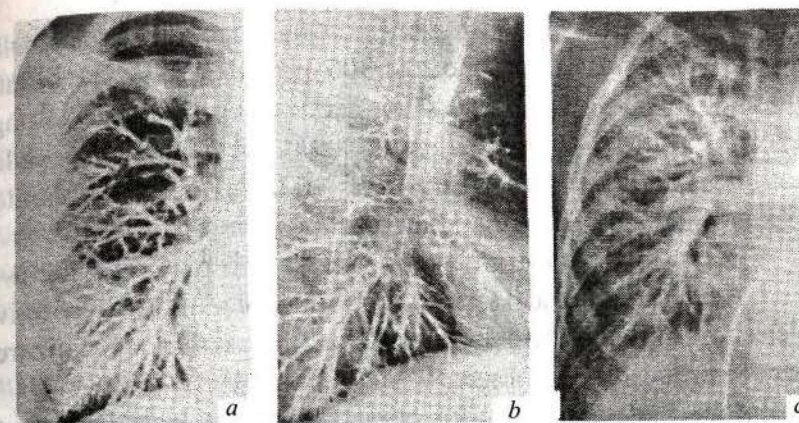


Fig. 61. Bronhografia pulmonului drept în 2 incidenţe, *a, b*. Angiopulmonografia pe dreapta, *c*.

substanţe de contrast dizolvate pe ulei (iodolipol, lipoiodol, şi pe apă – diodon, bronhobrodil, umbradil ş.a.). Substanţele de contrast se introduc printr-un cateter de cauciuc, sub controlul ecranului radiologic, în bronhiile cercetate. Explorarea se efectuează după o anestezie a căilor respiratorii superioare (fig. 61*a,b*).

A n g i o p u l m o n o g r a f i a este o metodă de explorare radiologică însoţită de o contrastare artificială a vaselor circuitului mic pentru a soluţiona unele probleme diagnostice (aprecierea stadiului de dezvoltare a unui cancer pulmonar, volumul unei intervenţii chirurgicale la bolnavii cu procese inflamatoare cronice, tuberculoză). Mediul de contrast (Cardiotrast – 70%) injectat în una din venele periferice este purtat de fluxul sanguin şi parcurge calea fiziologică a sângelui. În felul acesta obţinem angiopulmonograma generală (fig. 61*c*). Cu un cateter special, introdus prin vena periferică ajuns până la camerele cordului, artera pulmonară şi mai departe, putem contrasta selectiv vase de diferite dimensiuni ale circuitului mic constatând schimbări morfologice şi funcţionale din partea lor (angiopulmonografia selectivă).

P n e u m o m e d i a s t i n o g r a f i a se efectuează în felul

următor: în țesutul conjunctiv al mediastinului, pe cale retrosternală sau paravertebrală se introduc 200–300 ml de oxigen sau aer filtrat. Acest mediu pătrunde în țesutul conjunctiv situat între aortă, esofag și formațiunile patologice ale mediastinului și ne permite să le studiem izolat. Deosebit de informativă în cazul dat se prezintă tomografia pe fond de pneumomediastinum.

Pneumotoraxul și pneumoperitoneumul. Același mediu de oxigen sau aer filtrat se introduce respectiv în cavitatea pleurală sau peritoneală pentru a stabili o localizare strictă a procesului patologic.

Pe lângă aceste metode de examinare convenționale, în prezent sunt utilizate și noi metode de imagistică așa ca tomografia computerizată, rezonanța magnetică nucleară și scintigrafia cu izotopi radioactivi, care completează investigația radiologică a sistemului respirator.

Analiza unei radiograme a organelor cutiei toracice în incidență antero-posterioară

Începem cu aprecierea calității tehnice a clișeului. Radiograma trebuie să redea imaginea tuturor organelor cutiei toracice de la apexul pulmonului până la diafragmă și sinusurile costodiafragmatice. Simetria porțiunilor sternale ale claviculelor dovedește că bolnavul se află într-o poziție optimă. Claviculele trebuie să ocupe o poziție aproape orizontală, iar omoplații să nu se suprapună pe câmpurile pulmonare. În scopul respectării acestor condiții, bolnavul ocupă o poziție standard – mâinile pe șolduri și coatele deplasate anterior.

Dacă condițiile tehnice alese sunt optime (tensiunea, intensitatea, expoziția), *individual* pentru fiecare bolnav, pe radiogramă se evidențiază corpurile a trei sau patru vertebre toracice superioare, celelalte pe fondul opacității formate de organele mediastinale nu se observă. Câmpurile pulmonare apar transparente pe fondul cărora apreciem desenul pulmonar (vasele sanguine), iar opacitatea

mediană este absolut omogenă. Contururile diafragmei, coastelor, cordului sunt nete.

Să reținem că în urma suprapunerii mușchilor pectorali mari și mici, sternocleidomastoidienilor, a glandelor mamare, regiunile respective ale câmpurilor pulmonare mai mult sau mai puțin pierd luminozitatea obișnuită. La persoanele cu un țesut subcutan redus se pot observa cutele supraclaviculare ale pielii în formă de fâșii liniare aranjate paralel conturului superior al claviculelor.

Afară de aceasta, pe câmpurile pulmonare se suprapun formațiuni anatomice din țesut osos – coastele și claviculele.

Pe fondul transparent al câmpurilor pulmonare, din ambele părți se proiectează 9–10 perechi de coaste.

Deosebim părțile posterioare ale coastelor de cele anterioare în felul următor: părțile posterioare sunt mai înguste, de o opacitate mai sporită cu convexitatea îndreptată cranial. Cele anterioare sunt aranjate cu convexitatea îndreptată caudal, se termină prin țesut cartilaginos, care reține slab razele *X* și, prin urmare, nu se obține o imagine deslușită din punct de vedere radiologic mai ales la copii și tineri. După 18–20 de ani se pot observa insulițe calcaroase în partea cartilaginoasă a primei coaste. Mai târziu se calcifică și cartilajul celorlalte coaste. Trebuie să ținem cont că coastele pot fi deformate în urma unor fracturi vechi sau proaspete, anomalii de dezvoltare a coastelor (coasta suplimentară cervicală, coasta Liușco), procese patologice (focare de destrucție). Spațiile intercostale din ambele părți sunt egale, devenind spre inferior evident mai largi.

Numerotarea coastelor după porțiunile anterioare are o însemnătate practică în localizarea unor formații patologice.

Diafragma mărginește inferior câmpul pulmonar, formând un contur în formă de cupolă. Coborându-se lateral și medial, ia parte la formarea sinusurilor costodiafragmatic și cardiodiafragmatic. Diafragma din partea dreaptă este situată mai sus cu 1–1,5 cm față de cea din stânga.

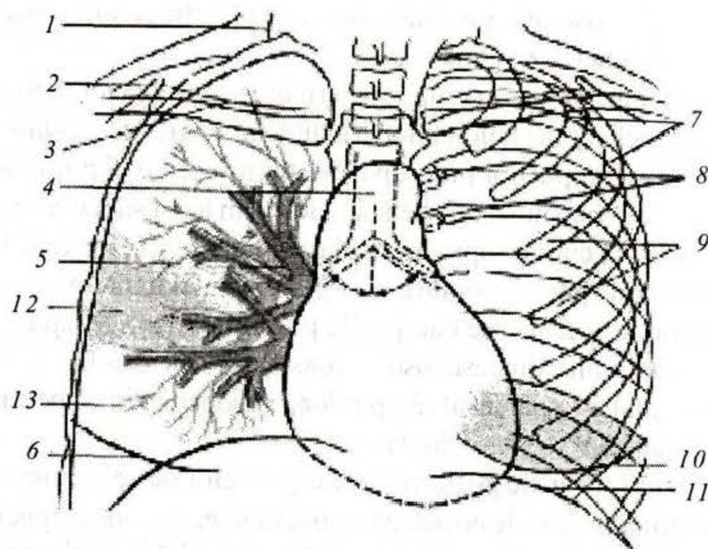


Fig. 62. Radiogramă generală a organelor cutiei toracice în incidență anterioară (schemă): *1* – marginea laterală a muşchiului sternocleidomastoidian; *2* – marginea omoplatului; *3* – opacitate liniară supraclaviculară condiționată de plica de piele; *4* – traheia cu bronhii principali; *5* – hilul plămânului; *6* – conturul glandei mamare; *7* – corpul costal; *8* – articulația costo-transversală; 9 – porțiunea anterioară a coastei; *10* – opacitate condiționată de țesuturile glandei mamare; *11* – diafragma; *12* – opacitate condiționată de muşchii pectorali; *13* – elementele desenului pulmonar.

Foițele pleurale nu apar pe imaginea radiologică, afară de pleura interlobară pe mersul scisurii interlobare orizontale la proiecția ortogonală a razelor *X* (o linie opacă la nivelul coastei a 4-a din partea dreaptă).

Transparența câmpurilor pulmonare depinde de cantitatea de aer pe care o conțin plămânii (în acest caz aerul joacă rolul de mediu natural de contrastare), de numărul de vase sanguine şi elemente ale parenchimului într-o unitate de volum, de țesuturile moi ale cutiei toracice, şi, bineînțeles, de condițiile tehnice de filmare. Transparența câmpurilor pulmonare se schimbă conform fazei de respirație – la inspirație transparența creşte, la expirație se micşorează.

Pe fondul transparent al câmpurilor pulmonare se observă opacități liniare, care îşi iau începutul în regiunea hilului pulmonar. Răspândindu-se, spre periferie devin mai fine, formează ramuri noi. Aceste elemente au la bază vasele sanguine pulmonare (artere şi vene) şi poartă denumirea de d e s e n p u l m o n a r. Pe desenul pulmonar pot apărea opacități nodulare de formă rotundă sau ovală bine conturate, de o intensitate înaltă din contul secțiunii transversale ale unor vase ortogonal orientate față de razele *X*. Uneori alături poate fi observat lumenul bronhiei care însoțeşte vasele. Imaginea elementelor desenului pulmonar creat de vene se deosebeşte de cea creată de artere. Venele sunt mai scurte şi nu se îngustează ca arterele spre periferie.

Hilul pulmonar în imagine radiologică este creat de artera pulmonară dreaptă şi, respectiv stângă, cu ramificările lor. Ganglionii limfatici şi bronhiile nu iau parte la formarea imaginii hilului. Hilul ocupă două spații intercostale superior atingând nivelul coastei a doua. Lățimea lui la un adult este de 1,5–2,5 cm. Conturul lateral al hilului normal totdeauna este net, neted, puțin convex. Apariția unui contur policiclic sau ştergerea lui vorbeşte despre un proces patologic. Structura hilului este neomogenă din contul supraproiecției unor vase-ramificări şi a secțiunilor transversale ale bronhiilor. În cazul unui proces patologic (mărirea ganglionilor limfatici, apariția unor formații patologice) se manifestă prin mărirea hilului pulmonar, schimbarea structurii lui (devine omogen). O atelectazie sau o fibroză a unei formații anatomice pulmonare duce la deplasarea hilului în partea respectivă.

Opacitatea mediană este formată sumar de organele mediastinului, vertebrele toracale şi stern. Însă prioritar opacitatea este formată din contul inimii şi a vaselor mari sanguine.

În mediastin, ca şi în hilurile pulmonare, se localizează diferite grupe de ganglioni limfatici. Conform clasificației după Sukenikov, cea mai simplă, accesibilă şi frecvent utilizată, deosebim următoarele grupe de ganglioni limfatici: paratraheali, traheobronhiali, bronhopulmonari şi ai bifurcației traheii.

Studiind o imagine a organelor cutiei toracice în incidență antero-posterioară adesea recurgem la o localizare arbitrară a unui proces patologic orientându-ne după porțiuni și zone:

– porțiunea superioară a plămânului – de la apex până la arcul anterior al coastei a doua;

– porțiunea mijlocie – între arcul anterior al coastei a doua și a patra;

– porțiunea inferioară – între arcul anterior al coastei a patra până la diafragmă.

Dacă modificările pulmonare sunt de dimensiuni mici și nu ocupă toată porțiunea respectivă, recurgem la o localizare suplimentară după zone. Câmpul pulmonar este împărțit în zone cu ajutorul a două linii verticale, care-l traversează de la apex până la diafragmă. Una din aceste linii împarte în două secțiunea claviculei care se proiectează pe câmpul pulmonar. Alta trece prin punctul de întretăiere a peretelui cutiei toracice cu clavicula. Astfel obținem trei zone: internă, medie și laterală.

Frecvența intervențiilor chirurgicale în tratamentul bolilor toracopulmonare ne obligă să cunoaștem bine topografia leziunilor respective, pentru a le localiza după lobi și segmente. Aceasta o efectuăm studiind imaginea radiologică în incidență laterală.

Interpretarea unei imagini radiologice în incidență laterală

Radiograma organelor cutiei toracice în incidență laterală ne permite să localizăm în ce lob sau segment, în mediastinul anterior sau posterior se găsește afectul patologic.

Pe un clișeu în incidență laterală se poate studia: imaginea totală a sternului, articulațiile lui cu manumbriul și procesul xifoid. Se apreciază corpurile vertebrelor toracale în paralel cu care apare conturul extern al omoplatului, imaginea coastelor. Câmpul pulmonar este imaginea sumară a ambilor plămâni, mărginit inferior de diafragmă. Între opacitatea creată de cord și stern este

localizat spațiul retrosternal, între cord și coloana vertebrală – spațiul retrocardiac. Inferior se localizează cupola diafragmei. Partea diafragmei (dreaptă sau stângă), situată mai aproape de clișeu, totdeauna se proiectează mai sus ca cealaltă. Împreună cu peretele cutiei toracice diafragma formează sinusurile costodiafragmatice anterior și posterior. Dacă în incidență antero-posterioară imaginea organelor mediastinului se contopește într-o opacitate sumară, în incidență laterală se poate aprecia, ținând cont de ordinea aranjării organelor, ce organ, din care mediastin (anterior sau posterior) este afectat.

Mediastinul se împarte în anterior și posterior cu ajutorul unei linii vertebrale care trece pe peretele posterior al traheii și conturul posterior al cordului. Cel anterior include: glanda timus, cordul, pericardul, aorta ascendentă, arcul aortei, venele și arterele pulmonare, vena cavă superioară, nervii diafragmatici, traheea, partea incipientă a bronhiilor principale, ganglionii limfatici. În mediastinul posterior sunt localizate: esofagul, aorta descendentă, ductul limfatic toracal, venele azigos și semiazigos, ganglionii limfatici, nervul vag ș.a.).

Localizarea procesului patologic după lobi și segmente o efectuăm pe o radiogramă în incidență laterală.

Plămânul drept se împarte în trei lobi: superior, medial și inferior, iar cel stâng în doi: superior și inferior. Lobii sunt mărginiți de scizurile interlobare; din partea dreaptă de scizura oblică și orizontală, din partea stângă numai de cea oblică. Partea inferioară a lobului superior stâng poartă denumirea de lob lingual, care nu este separat de foița pleurală interlobară. Separarea fiecărui lob se efectuează doar atunci când cunoaștem proiecția topică a scizurilor interlobare, făcând excepție cazurile când pe fondul transparent al câmpului se evidențiază opacitatea formată de foițele pleurei normale sau cu densitate avansată din contul depunerilor fibroase.

Scizura oblică în plămânul drept își ia începutul dorsal la nivelul corpului vertebrei a IV-a toracale, se îndreaptă oblic în jos prin hilul

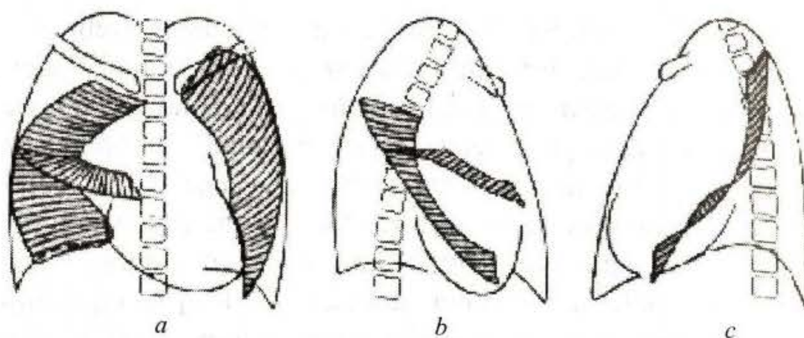


Fig. 63. Proiecția scizurilor interlobare: *a* – incidență anterioară; *b* – laterală dreaptă; *c* – laterală stângă.

pulmonar atingând cel mai înalt punct al diafragmei. Ea mărginește respectiv lobul inferior de cel superior și medial. Scizura interlobară orizontală se proiectează la nivelul părții anterioare a coastei a IV-a și mărginește lobul superior de cel medial (fig. 63).

Scizura interlobară oblică la plămânul stâng începe puțin mai sus – la nivelul corpului vertebrei III–IV – răspândindu-se mai departe ca și la plămânul drept.

Lobii pulmonari la rândul lor sunt împărțiți în porțiuni mai elementare – segmente. Ele sunt mărginite între dânsele prin pereți constituiți din lamele conjunctive elastice, fine. Fiecare segment posedă o bronhie de origine, vase sanguine, limfatice și nervi proprii.

Actualmente se folosește schema de împărțire a plămânilor în segmente adoptată în 1949, la Londra, de congresul otorinolaringologilor. După această schemă în plămânul drept deosebim zece segmente – lobul superior este format din trei segmente (1 – apical, 2 – posterior, 3 – anterior), lobul medial – din două segmente (4 – lateral, 5 – medial), lobul inferior – din cinci segmente (6 – superior, 7 – medial bazal, 8 – anterior bazal, 9 – lateral bazal, 10 – posterior bazal) (fig. 64).

În plămânul stâng diferențiem 9 segmente. Lobul superior se

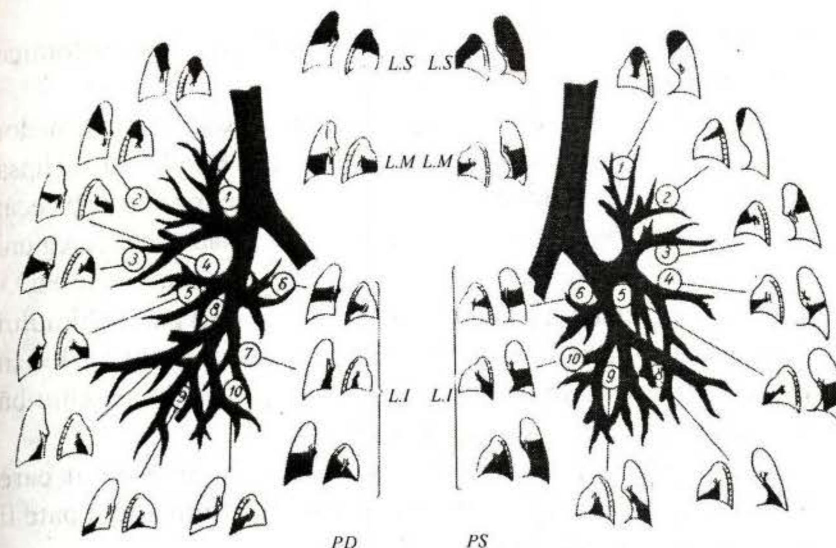


Fig. 64. Împărțirea plămânilor în segmente (schemă).

împarte în cinci segmente (1 – apical, 2 – posterior, 3 – anterior, 4 – lingual superior, 5 – lingual inferior). Lobul inferior conține patru segmente (6 – superior, 8 – anterior bazal, 9 – lateral bazal, 10 – posterior bazal). De regulă segmentul 7 lipsește.

Semiologia radiologică a afecțiunilor organelor respiratorii

Patologia pleuro-pulmonară radiologic se manifestă prin următoarele simptome:

a) o p a c i t a t e a apare datorită depneumatizării unor porțiuni de parenchim pulmonar prin substituirea aerului din alveole de un substrat patologic; cumulărilor de lichid în cavitatea pleurală sau densificării foițelor pleurale. Porțiunile depneumatizate rețin razele *X* mai efectiv decât țesutul înconjurător. Mai poate apărea în urma obturației bronhiilor (atelectazie), acumulării de transsudat sau exsudat în alveole, infiltrației de țesut tumoral ș.a. Dimensiunile,

forma, localizarea opacității depind de caracteristicile anatomice ale substratului anatomic afectat;

b) h i p e r t r a n s p a r e n ț a apare în cazul micșorării elementelor de țesuturi moi într-o unitate de volum pulmonar. Rarefierea sau lipsa parțială a țesutului pulmonar fac ca razele să se rețină mai slab decât în porțiunile înconjurătoare. Prin urmare, luminozitatea acestor regiuni este mai avansată (emfizemul pulmonar, cavități pneumatizate etc.).

Dacă procesul inflamator sau de substituire a parenchimului pulmonar prin țesut conjunctiv (fibroză) sau tumoral are loc în stroma pulmonară, transparența câmpului pulmonar se schimbă puțin. Apar dereglări în desenul pulmonar;

c) schimbarea desenului pulmonar este simptomul care caracterizează patologia pulmonară. Desenul pulmonar poate fi redus, accentuat, atenuat sau deformat.

Caracteristicile simptomului radiologic "Opacitate"

Apreciind o "opacitate", trebuie să cercetăm bolnavul în diferite incidențe ca să ne convingem că simptomul poartă la bază un proces cu localizare pulmonară. O îngroșare fibroasă a foițelor pleurale sau o cumulare de lichid în cavitatea pleurală se manifestă radiologic tot prin acest simptom. Ca să putem explica natura, esența anatomo-patologică a procesului trebuie să analizăm mai detaliat acest simptom, luând în considerare următoarele criterii: numărul, dimensiunile, localizarea, forma, conturul, omogenitatea și în ce raport se găsește opacitatea cu organele mediastinului.

N u m ă r u l o p a c i t ă ț i l o r. Se întâlnesc opacități solitare (unice) și multiple. Numărul opacităților multiple poate fi diferit. Pot fi apreciate într-un plămân sau în ambii în urma unei desiminări, adică a unei generalizări a procesului primar (tuberculoză, tumori maligne etc.).

D i m e n s i u n i l e opacităților pot fi: totală, subtotală, parțială și limitată. Opacitatea totală și subtotală ocupă câmpul pulmonar în întregime sau nu mai puțin de jumătate. Pot manifesta diverse patologii

pulmonare: pneumonii, atelectazie pulmonară, lobară (ca urmare a obturației bronhiilor), pleurezii etc. Opacități limitate apar atunci când procesul patologic este răspândit în limitele segmentară și subsegmentară. Dacă dimensiunile opacității nu depășesc 1,5 cm în diametru, asemenea opacități se numesc nodulare (opacități nodulare mari – mai mari de 1 cm, medii – 0,5–0,8 cm, mici – 0,4–0,6 cm, miliare – 1–2 mm și se întâlnesc la tuberculoză, silicoză, carcinomatoză.

L o c a l i z a r e a o p a c i t ă ț i i. În incidență antero-posterioară opacitățile se localizează, fiind menționat deja, după coaste, în spațiile intercostale sau după zone și porțiuni ale câmpurilor pulmonare. O localizare mai reușită este cea după lobi și segmente. Diferite afecțiuni adesea au localizări tipice, preferate. De exemplu, un proces de ftiză, de regulă, afectează apexul pulmonar.

Forma opacităților poate fi diferită (rotundă, ovală, în bandă, triunghiulară, neregulată).

Pentru a determina forma opacității bolnavul trebuie cercetat în incidență anteroposterioară și laterală. Uneori forma poate fi determinată numai după un control în incidențe suplimentare oblice etc. Forma opacității poate caracteriza o afecțiune concretă (forma rotundă este caracteristică pentru cancerul periferic, tumorile maligne secundare etc.). O formă triunghiulară este specifică pentru pneumonia segmentară.

C o n t u r u l opacității poate fi neted, net (un chist pulmonar sau mediastinal, un infiltrat în limitele unui lob sau segment), cu un contur șters, slab delimitat (focar de pneumonie, un infiltrat specific etc.). Caracterul conturului ne vorbește în ce măsură este delimitat procesul patologic de țesutul pulmonar înconjurător.

S t r u c t u r a opacității poate fi omogenă sau neomogenă. Cea omogenă se datorește unui substrat anatomopatologic de o densitate uniformă (pleurezii, atelectazii, tumori etc.). Opacitățile neomogene ne indică prezența unor substraturi anatomo-patologice cu structură de densitate diferită (pneumonii în fază de abcedare, destrucție într-un infiltrat specific). Trebuie de reținut faptul că pe

fondul unei opacități de dimensiuni mici se pot suprapune elementele desenului pulmonar simulându-se o neomogenitate. Structura opacității se poate studia mai calitativ cu ajutorul metodei de tomografie.

I n t e n s i t a t e a opacității poate fi supracostală, costală și subcostală. Este clar că gradul opacității se apreciază comparând-o cu opacitatea țesutului osos al porțiunii posterioare a unei coaste. Gradul intensității depinde de densitatea procesului patologic. Un infiltrat primar de tuberculoză este de o intensitate subcostală. O atelectazie, pleurezie ating un grad de intensitate mai înalt – supracostală.

Despre *raportul dintre organele mediastinului și opacitate* judecăm, pornind de la aprecierea poziției mediastinului.

Poziția organelor mediastinale depinde de presiunea intratoracică. În mod normal, când ea este aceeași din ambele părți, mediastinul ocupă o poziție obișnuită. Dacă presiunea diferă din dreapta sau stânga, organele mediastinale se deplasează spre hemitoracele cu presiune scăzută. Se deplasează spre opacitate (totală, subtotală) organele mediastinului la o atelectazie, ciroză, sinechii pleurale, iar în partea opusă opacității la o hernie diafragmatică, revărsare de lichid în cavitatea pleurală. Nu se deplasează dacă la baza opacității stă un proces inflamator, mai rar, sinechiile pleurale.

Pe același clișeu, de regulă, putem aprecia un șir întreg de simptome care n-au însemnătate diagnostică echivalentă. Folosirea unui complex de simptome, care exprimă esența patofiziologică a afecțiunii și poartă denumirea de s i n d r o m, înlesnește procesul de diagnosticare.

Sindroamele radiologice de bază ale afecțiunilor pulmonare

a) opacități totale, subtotale al câmpului pulmonar;
b) opacitate mărginită a câmpului pulmonar;
c) opacitate rotundă în câmp pulmonar;
d) sindrom de opacitate inelară;
e) opacități nodulare și diseminări mărginite;
f) diseminări difuze;

g) patologie a desenului pulmonar;
h) patologie a hilului pulmonar și a ganglionilor limfatici bronhiali;
i) hipertransparență masivă a câmpului pulmonar.

Opacități totale, subtotale ale câmpului pulmonar

Acest sindrom se întâlnește la un anumit număr de afecțiuni pulmonare, pleurale și ale diafragmei. O opacitate totală sau subtotală apare la un proces cu localizare intrapulmonară, când parenchimul parțial sau în întregime este depneumatizat sau densitatea lui pe baza unui substrat patologic sporește (atelectazie pulmonară, pneumonie și ciroză pulmonară). Acest sindrom se întâlnește și la unele afecțiuni pleurale (revărsare de lichid în cavitatea pleurală, îngroșare fibroasă a foițelor pleurale, fibrotorax după o pulmonectomie) (fig. 65).

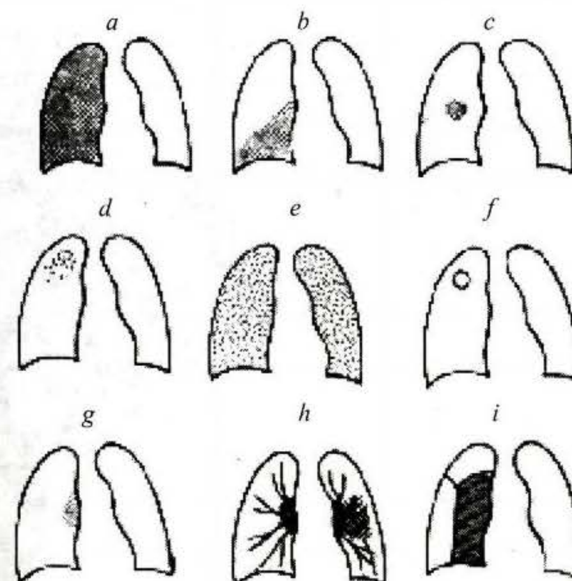


Fig. 65. Sindroamele radiologice de bază ale afecțiunilor pulmonare (schemă): *a* – opacitate totală; *b* – opacitate mărginită; *c* – opacitate rotundă în câmpul pulmonar; *d* – opacitate nodulară; *e* – desiminări difuze; *f* – opacitate inelară; *g* – patologie a hilului pulmonar; *h* – patologie a desenului pulmonar; *i* – hipertransparență masivă.

În cazul sindromului *opacitate totală* sau *subtotală* este necesară aprecierea poziției organelor mediastinale. Acest simptom are o mare importanță în diagnosticul diferențiat, fiindcă el permite să se sistematizeze toate afecțiunile posibile în trei grupe.

Pentru afecțiunile din prima grupă este specifică deplasarea organelor mediastinului în partea opusă opacității. Sunt posibile două situații: o pleurezie exsudativă masivă sau pătrunderea organelor abdominale printr-un defect diafragmatic în cavitatea pleurală – hernie diafragmatică. Ca să diferențiem aceste situații ne folosim de un alt simptom decisiv – structura opacității (fig. 66). O opacitate omogenă e caracteristică pentru o revărsare de lichid în cavitatea pleurală. Dacă opacitatea e neomogenă – ea este condiționată de o hernie diafragmatică (neomogenitatea este condiționată de ansele intestinale ce conțin gaze).

În cazul afecțiunilor din grupa a doua mediastinul este deplasat spre opacitate. Sunt posibile trei situații: atelectazie pulmonară – ca

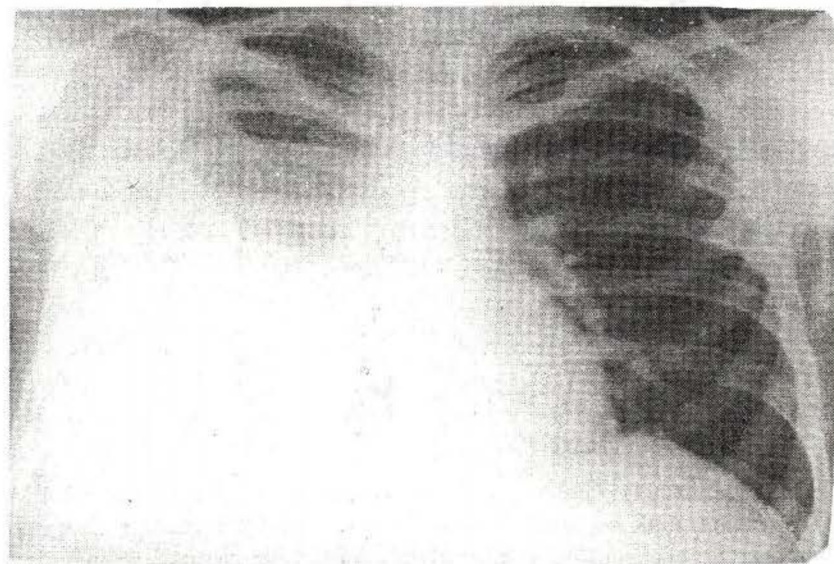


Fig. 66. Radiografie de ansamblu a organelor cutiei toracice. Opacitate subtotală pe dreapta. Pleurezie exsudativă.

urmare a obturației bronhiei; ciroză – condiționată de un proces inflamator cronic pulmonar (sunt posibile bronșectazii); pneumonectomie – înlăturarea chirurgicală a plămânului (fug. 67). La o atelectazie opacitatea este omogenă, la ciroză pot apărea sectoare neomogene cu fâșii de țesut conjunctiv și lobuli emfizematoși. Uneori se pot diferenția opacități inelare.

Grupa a treia include afecțiunile pulmonare fără deplasări ale mediastinului. Mai frecvent acest tablou caracterizează o inflamație acută a parenchimului pulmonar. Însă se poate întâlni la o pleurezie exsudativă (cu lichidul încapsulat) și în caz de densificare a foițelor pleurale.

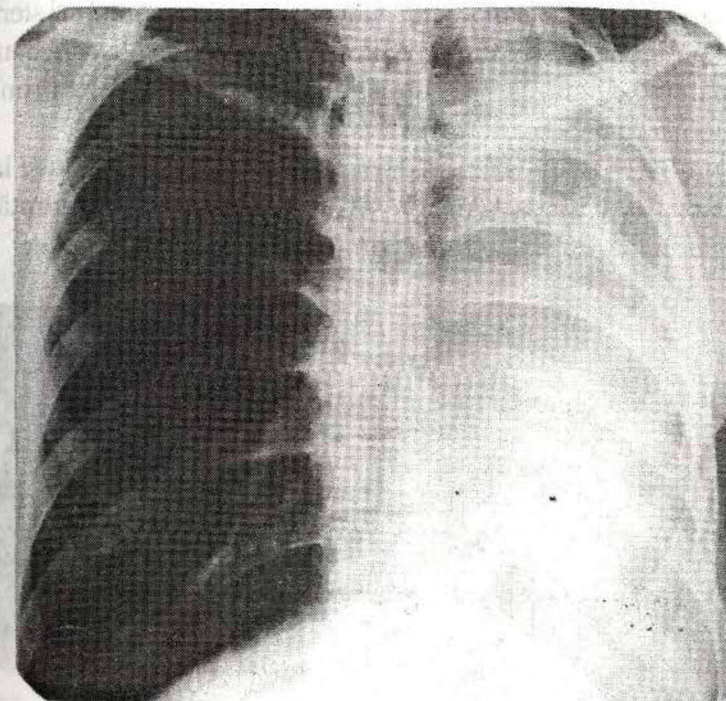


Fig. 67. Radiografie de ansamblu a organelor cutiei toracice. Opacitate totală pe dreapta – fibrotorax postpulmonectomie.

Opacitate mărginită în câmpul pulmonar

Acest sindrom este specific pentru o mulțime de afecțiuni pulmonare. În scopul aprecierii substratului anatomo-patologic al unei opacități mărginite distingem forma, dimensiunile, intensitatea, structura, conturul și localizarea. Dacă opacitatea ocupă un lob sau un segment, clarificăm dacă aceste unități anatomice sunt schimbate în volum. Un proces inflamator nu influențează asupra dimensiunilor lor (fig. 68). La o atelectazie, ciroză, aceste formații se micșorează în volum. Situația se complică când opacitatea nu corespunde după dimensiuni și formă unui lob sau segment. De aceea recurgem la o studiere mai detaliată luând în considerare alte criterii – poziția, forma, desenul și conturul opacității.

Pentru un proces inflamator sunt caracteristice contururi șterse, formă poligonală. Pe fondul infiltratului adesea se observă bande transparente cu ramificări – lumenul pneumatizat al unor bronhii (simptom de mare importanță).

Tumoarea unei bronhii, dacă nu-l obturează și nu duce la o atelectazie, radiologic se manifestă printr-o opacitate mărginită în zona parahilară cu o structură neomogenă și contur neregulat.

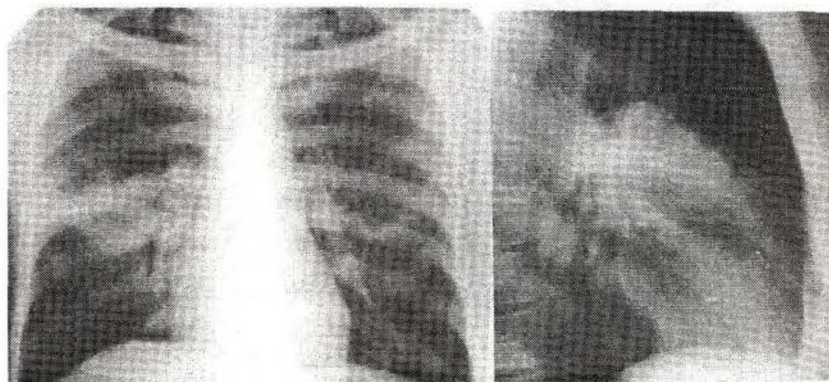


Fig. 68. Radiogramă generală în incidență anterioară (*a*) și incidență laterală (*b*) a organelor cutiei toracice. Opacitate mărginită cu localizare în lobul superior. Pneumonie.

O acumulare de lichid în cavitatea pleurală (hidrotorax, hemotorax, pleurezie paracostală) pe un clișeu în incidență anteroposterioară se manifestă printr-o opacitate mărginită, care lateral se mărginește cu peretele cutiei toracice, iar inferior cu diafragma. Conturul superior al opacității este situat oblic, fiind net, bine determinat. Structura este omogenă. Asemenea tablou este specific numai acestei afecțiuni.

Dacă lichidul în cavitatea toracică nu este încapsulat, schimbarea poziției bolnavului duce la o dislocare a opacității și la schimbarea formei ei. Conturul unei cumulări de lichid încapsulat este bine delimitat. În timpul radioscopiei, schimbând lent poziția bolnavului, ne putem convinge că afecțiunea ocupă o poziție marginală în câmpul

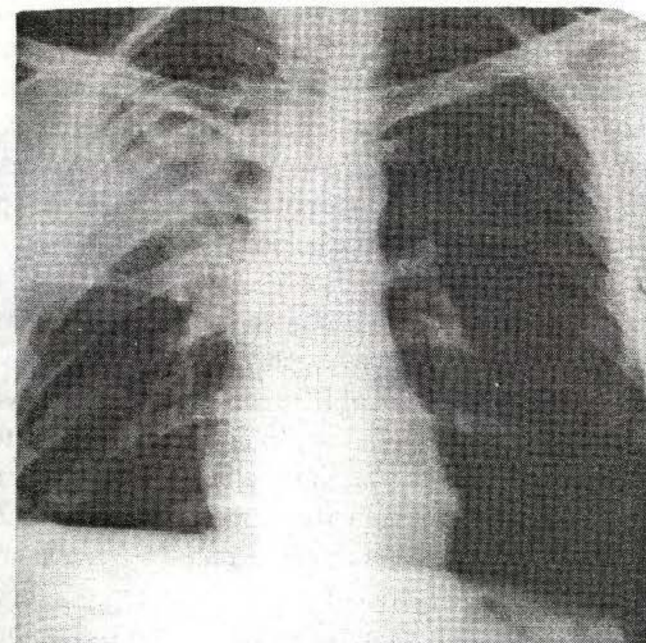


Fig. 69. Radiografie de ansamblu a organelor cutiei toracice. Pe dreapta opacitate mărginită (atelectazia lobului superior condiționată de obturarea bronhiei respective de un adenocarcinom).

pulmonar. La o pleurezie interlobară opacitatea este omogenă şi coincide cu proiecţia scizurilor interlobare. O hernie diafragmatică, cu pătrunderea organelor abdominale în cavitatea pleurală, se exprimă printr-o opacitate care este o continuare a opacităţii diafragmei. În dependenţă de organele care au pătruns în hernie, opacitatea poate fi omogenă (rinichiul, splina) sau neomogenă (anse intestinale, parţial stomacul). În diagnosticul diferenţial un rol important are studierea hilului pulmonar, poziţia opacităţii mediastinale şi a diafragmei.

Aşadar, prin sindromul opacităţii mărginite se manifestă următoarele stări patologice: atelectazia lobară, segmentară (fig. 69), pneumonia, ciroza parţială a plămânului, tumorile, hidrotoraxul, îngroşările locale ale pleurei diafragmatice în cavitatea pleurală.

Opacitate rotundă în câmpul pulmonar

Cunoaştem circa 70 de afecţiuni care radiologic se manifestă prin sindromul de opacitate rotundă. Majoritatea din ele se întâlnesc destul de rar. Mai des opacităţile rotunde pot exprima următoarele procese: pneumonii, chisturi, cumulări de lichid în cavitatea pleurală, cancer periferic. Opacitatea rotundă poate fi solitară sau multiplă. Printr-o opacitate solitară se manifestă toate afecţiunile menţionate mai sus.

Mai întâi trebuie să ne convingem că opacitatea este localizată intrapulmonar. Despre o localizare intrapulmonară ne vorbeşte prezenţa parenchimului pulmonar în jurul opacităţii la studierea imaginii în două incidenţe. Dacă formaţia este aranjată paracostal, putem vorbi despre o localizare intrapulmonară, atunci când diametrul ei are proiecţia maximă în câmpul pulmonar şi invers. Dimensiunile opacităţii uneori pot fi folosite în procesul de diferenţiere. Totuşi se poate spune că opacitatea rotundă cu diametrul mai mare de 10 cm este caracteristică pentru tumori, chistul hidatic (echinococ) sau pentru o pleurezie încapsulată.

Forma opacităţii are o însemnătate deosebită: forma ovală e

caracteristică numai pentru chisturi, o formă strict rotundă poate fi condiţionată de diferite procese (tumori benigne, maligne). Conturul opacităţii la un proces inflamator (infiltrat euzinofilic) este slab delimitat sau şters. Un proces inflamator cronic, în special tuberculomul, are un contur neregulat, fiind însă bine delimitat. Chistul, de regulă, poartă un contur net. Conturul devine policiclic dacă constă din mai multe camere. Conturul unei tumori maligne este net, cu neregularităţi (fig. 70).

Vorbind despre structura opacităţii trebuie să subliniem, că o structură omogenă se poate întâlni la orice proces patologic exprimat prin opacitate rotundă. Apariţia unei transparenţe solitare pe fondul opacităţii ne permite să excludem chistul pulmonar, infiltratul euzinofilic sau o tumoare benignă. Transparenţa în formă de seceră condiţionată de lumenul bronhiei este caracteristică pentru tuberculom. O transparenţă solitară neregulată pe fondul opacităţii ne vorbeşte despre un cancer periferic care se necrozează.

Fig. 70. Tomografia pulmonului drept; incidenţa anterioară (*a*) şi laterală dreaptă (*b*). Opacitate rotundă în regiunea parahilară. Cancer periferic.

Țesutul pulmonar adiacent la unele afecțiuni rămâne intact (chistul pulmonar, metastaze, cancer pulmonar primitiv), în alte cazuri luminozitatea țesutului înconjurător se micșorează, ceea ce ne vorbește despre o inflamație. Prezența unei opacități rotunde însoțită de opacități nodulare cu localizare în treimile superioare ale câmpurilor pulmonare ne permite să suspectăm un tuberculom.

Sindromul – opacitate inelară

La început trebuie să ne convingem că opacitatea are o localizare intrapulmonară. Acest sindrom poate fi simulat de structuri extrapulmonare (pneumotorax mărginit, anomalii costale). Studiind imaginea în două incidențe trebuie să rămânem convinși de integritatea peretelui opacității inelare. Uneori pot simula acest sindrom suprapunerea, întretăierea elementelor desenului pulmonar.

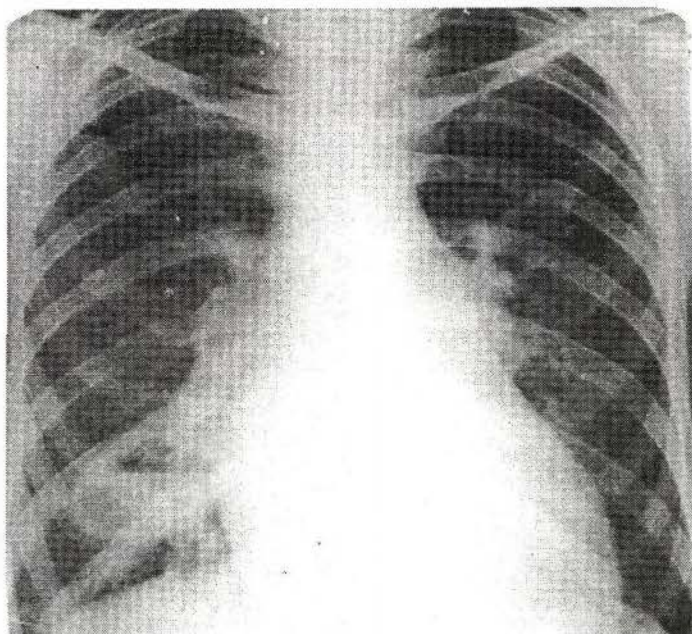


Fig. 71. Radiografie de ansamblu a organelor cutiei toracice. Abces pulmonar – porțiunea inferioară pe dreapta.

Sindromul opacității inelare poate exprima un proces inflamator (abces pulmonar, tuberculoză fibrocavernoasă), tumori (cancer periferic în fază de necrozare), displazii (chist pneumatizat, polichistoză).

Abcesul pulmonar apare ca o formație solitară, însă la pneumonia septică pot apărea cavități hidro-aerice cu contur net; în poziție verticală lichidul formează un nivel orizontal (fig.71), în fază acută pereții opacității inelare devin mai groși cu infiltrație în jur. În fază cronică infiltrația scade, pereții abcesului devin mai fini.

Caverna tuberculoasă apare pe un fond de infiltrație – o cavitate de o formă neregulată cu contururi șterse. Se întâlnesc așa-numitele "caverne-ștamp", care apar în urma contopirii opacităților nodulare la o tuberculoză diseminată în fază acută. De la bun început pereții sunt cu contururi nete. În țesuturile adiacente, de regulă, se disting opacități nodulare. În mai multe cazuri putem distinge bronhia de drenaj sub formă de două opacități liniare îngroșate care pleacă de la cavernă spre hil – "traseul bronșic". Caverna conține lichid în cantități foarte mici sau lipsește total.

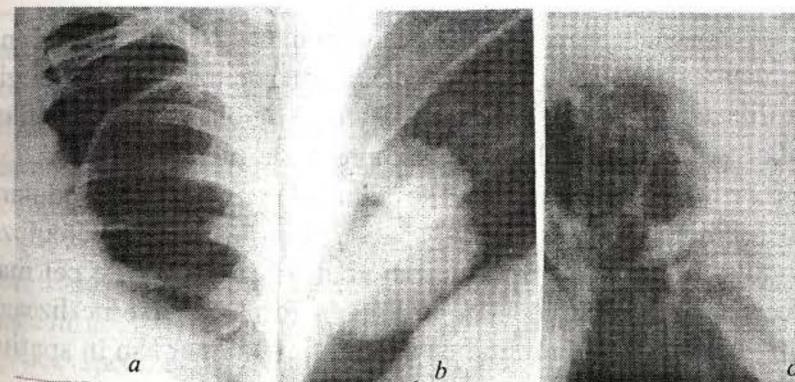


Fig. 72. *a* – radiogramă țintită a plămânului drept. Chist pneumatizat cu pereți subțiri. *b* – tomogramă a plămânului stâng. Opacitate inelară cu pereți groși neregulați (cancer periferic în fază de necrozare). *c* – tomogramă a plămânului drept. Opacitate inelară cu traseu spre hil condiționată de o cavernă tuberculoasă.

Cancerul periferic, de regulă, se manifestă prin opacitate rotundă, însă fiind supus unui proces necrotic cu eliminarea resturilor necrotice dă imagine de opacitate inelară clară cu pereții groşi. Conturul intern apare neregulat, rupt. De la tumoare la hil se poate urmări "traseul vascular". Ganglionii hilari sunt măriți (fig. 72).

Chisturile aerice pot fi solitare sau multiple (polichistoză), de dimensiuni variabile, formă rotundă sau ovală cu contur net, nu conțin (sau conțin puțin) lichid. Până la infectarea lor clinic nu se manifestă.

Opacități nodulare și diseminări mărginite

Opacitățile nodulare (dimensiunile pot varia de la 0,2–0,3 cm până la 1–1,5 cm) mai des exprimă un proces inflamator. Însă uneori pot fi provocate de un cancer pulmonar periferic (opacitate nodulară solitară), metastaze. Foarte rar opacitățile nodulare țin de displaziile vasculare.

Bronhopneumoniile acute se manifestă radiologic prin opacități multiple de dimensiuni diferite, intensitate subcostală cu un contur şters şi tendință de confluență. Ca urmare a confluenței opacitățile nodulare pot trece în opacități mărginite. Aspectul clinic prezintă o pneumonie gravă, acută.

O opacitate provocată de un cancer pulmonar periferic clinic nu se manifestă şi adesea e descoperită în urma unui control radiologic profilactic. Necesită studiere în dinamică (dublarea dimensiunilor procesului în timp de 100 zile pune problema intervenției).

Principala afecțiune care se manifestă prin opacități nodulare cu diseminație mărginită (2–3 spații intercostale) este tuberculoza nodulară. Această formă de tuberculoză se întâlneşte cel mai frecvent. Opacitățile nodulare cu diseminare mărginită se localizează uni- sau bilateral în regiunea apexului pulmonar sau în spațiul subclavicular.

Studiind conturul opacităților putem obține o informație despre activitatea proceselor active în fază de infiltrare. Conturul net, neregulat la opacități nodulare ne vorbeşte de o calcinare a procesului. Dacă în jurul unei astfel de opacități vechi apare un nimb

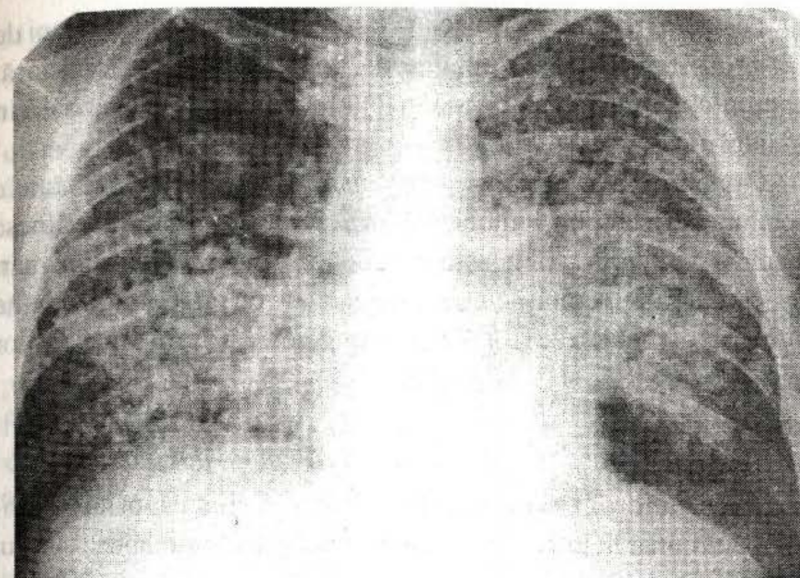


Fig. 73. Radiografie de ansamblu a organelor cutiei toracice. Diseminare nodulară de origine ftizică.

– o opacitate de intensitate slabă – trebuie să subînțelegem că are loc activizarea procesului. Intensitatea opacității depinde de dimensiunile ei, însă să reținem că totuşi intensitatea opacității nodulare care are la bază un proces activ proaspăt este mică (subcostală) şi invers. Intensitatea atinge un grad supracostal dacă substratul patanatomic conține săruri de calciu.

Pentru opacitățile nodulare de origine ftizică la o diseminare bronhogenă este caracteristică tendința lor spre confluență. Acesta este un simptom important, de aceea la apariția lui subînțelegem un proces specific (fig.73).

Diseminări difuze

Prin această noțiune subînțelegem o răspândire masivă a unor opacități nodulare de origine diferită. Acest sindrom include mai mult de 150 de afecțiuni.

Diseminări difuze de opacităţi nodulare miliare (dimensiuni de 1–2 mm) le întâlnim la pneumonii acute, tuberculoză miliară, tuberculoză limfohematogenă, pneumoconioză, stază venoasă în circuitul mic.

Opacităţi mici nodulare (dimensiuni 3–4 mm) apar la unele afecţiuni ale ţesutului conjunctiv. Tot la aceste afecţiuni se întâlnesc opacităţi nodulare cu dimensiuni medii (5–8 mm). Dimensiuni mari (9–15 mm) au opacităţile nodulare cauzate de pneumonii, edeme pulmonare, metastaze (fig. 74). La aprecierea originii opacităţilor nodulare se ţine cont de tabloul clinic: anamneză etc.

Hipertransparenţe masive ale câmpului pulmonar

Acest sindrom se manifestă printr-o claritate sporită a câmpului pulmonar în întregime sau a unei porţiuni dominante a acestui câmp.

a) Hipertransparenţa câmpurilor pulmonare apare ca rezultat

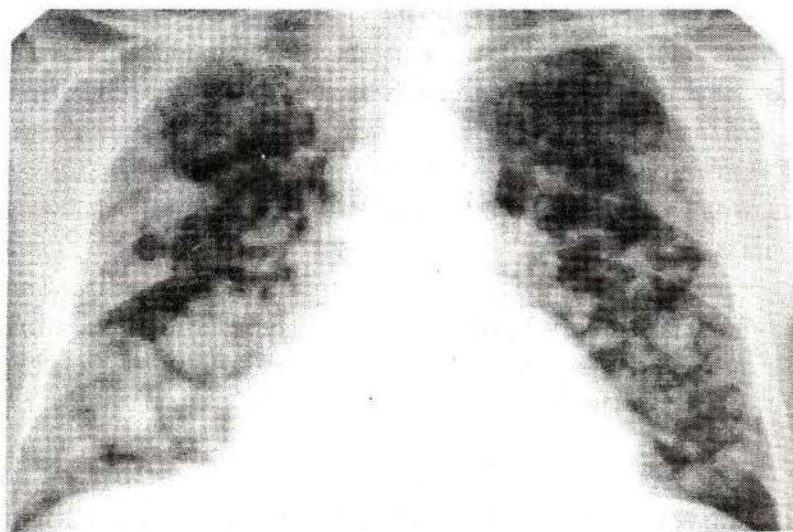


Fig. 74. Radiogramă generală a organelor cutiei toracice în incidenţă anterioară. Sindromul opacităţii nodulare difuze diseminate (metastaze).

al unei supraextinderi şi hiperpneumatizări ale ţesutului pulmonar (emfizem pulmonar). Luând în considerare subiectivitatea aprecierii unei hipertransparenţe şi dependenţa ei de calitatea clişeului, diagnosticul de emfizem pulmonar se notează numai ţinând cont şi de alte simptome morfologice (dilatarea spaţiilor intercostale, cutie toracică în formă de butoi, aplatizarea diafragmei) şi funcţionale (limitarea excursului respirator al diafragmei, diferenţa minimală de transparenţă a câmpurilor pulmonare la inspiraţie şi expiraţie).

b) O hipertransparenţă mărginită poate apărea la o obturaţie parţială a unei bronhii cu dezvoltare de emfizem local, care poartă forma anatomică a unui lob, segment sau pulmon (obturaţie prin supapă). La inspiraţie şi expiraţie aceste porţiuni îşi schimbă puţin transparenţa (fig. 75).

Cunoaştem trei grade de obturaţie a bronhiilor: bronhostenoza parţială, obturaţia prin supapă şi bronhostenoza totală (fig. 76). Dacă bronhia este obturată parţial în formaţia anatomică corespunzătoare se dezvoltă o hipoventilaţie care radiologic se manifestă printr-o hipotransparenţă. La o stenoză a bronhiei prin supapă se dezvoltă un emfizem postobturatoriu. La inspiraţie, în urma dilatării bronhiei, aerul pătrunde în parenchim. La expiraţie, prin lumenul îngustat nu

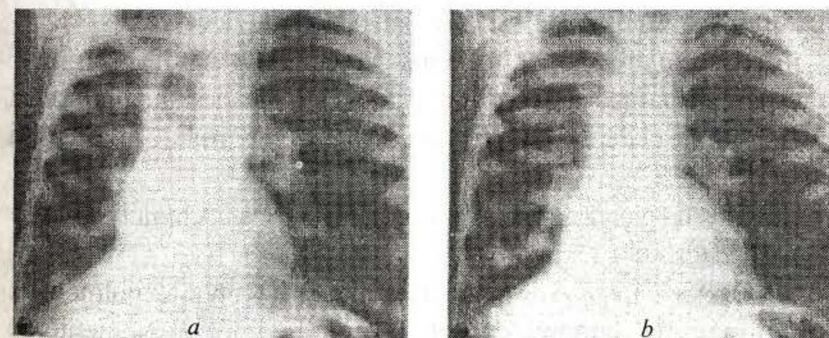


Fig. 75. Radiografie de ansamblu a organelor cutiei toracice: *a* – inspiraţie, *b* – expiraţie. Sindrom de hipertransparenţă a câmpului pulmonar stâng (emfizem prin supapă condiţionat de adenocarcinomul intrabronşial).

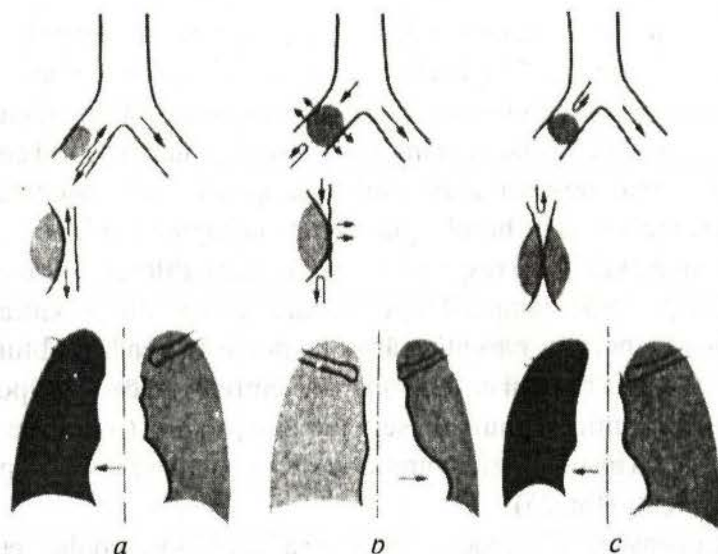


Fig. 76. Trei grade de bronhostenoză: *a* – obturaţie parţială (apare hipoventilaţie); *b* – obturaţie prin supapă (apare emfizem); *c* – obturaţie totală (apare atelectazie).

dovedeşte să iasă tot aerul şi, prin urmare, formaţia anatomică se balonează şi transparenţa ei sporeşte. În cazul obturaţiei totale a lumenului bronşic, parenchimul respectiv nu primeşte aer, iar cel rezidual se supune resorbţiei şi se dezvoltă o atelectazie.

c) Acumularea de aer în cavitatea pleurală se manifestă printr-o transparenţă paracostală pe fondul căreia lipseşte desenul pulmonar. Dimensiunile ei depind de cantitatea de aer care pătrunde în cavitatea pleurală (fig. 77).

d) Chisturi gigantice pneumatizate înlocuiesc parenchimul pulmonar deplasând ţesutul din jur.

e) Displazii însoţite de hipoplazia vaselor şi bronhiilor pulmonare. Prin urmare, la o unitate de volum revin mai puţine elemente de parenchim. Afară de aceasta, elementele sunt mult mai fine decât în pulmonul normal (fig. 78).

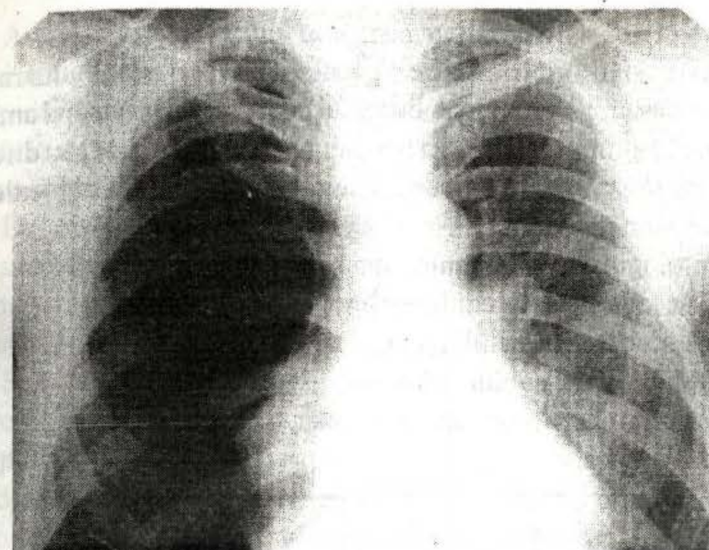


Fig. 77. Radiografie de ansamblu a organelor cutiei toracice. Hipertransparenţă de dreapta (pneumotorax).

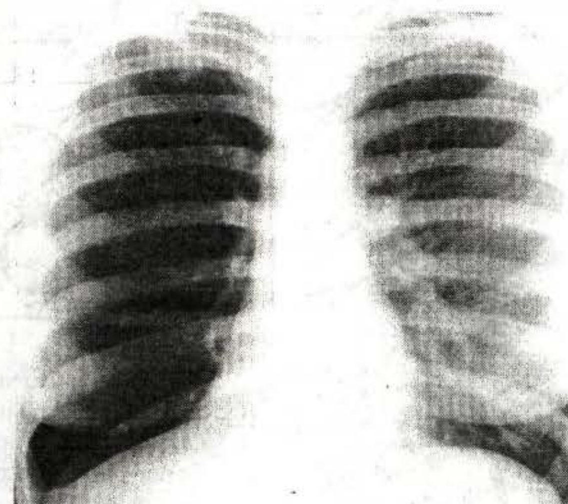


Fig. 78. Radiografie de ansamblu. Hipertransparenţă a câmpului pulmonar pe dreapta cu micşorarea numărului de elemente a desenului pulmonar, hipoplazia hilului. Displazie a pulmonului drept.

Patologia desenului pulmonar

Acest sindrom concentrează toate schimbările tabloului radiologic al desenului pulmonar. Procesul poate fi difuz ocupând ambele câmpuri pulmonare. Alteori ocupă un câmp pulmonar sau diferite porțiuni ale ambelor câmpuri. Se întâlnesc și schimbări locale ale desenului pulmonar.

Patologia desenului pulmonar se poate manifesta prin:

a) accentuarea desenului pulmonar;
b) reducerea desenului pulmonar;
c) slăbirea desenului pulmonar;
d) deformarea desenului pulmonar.

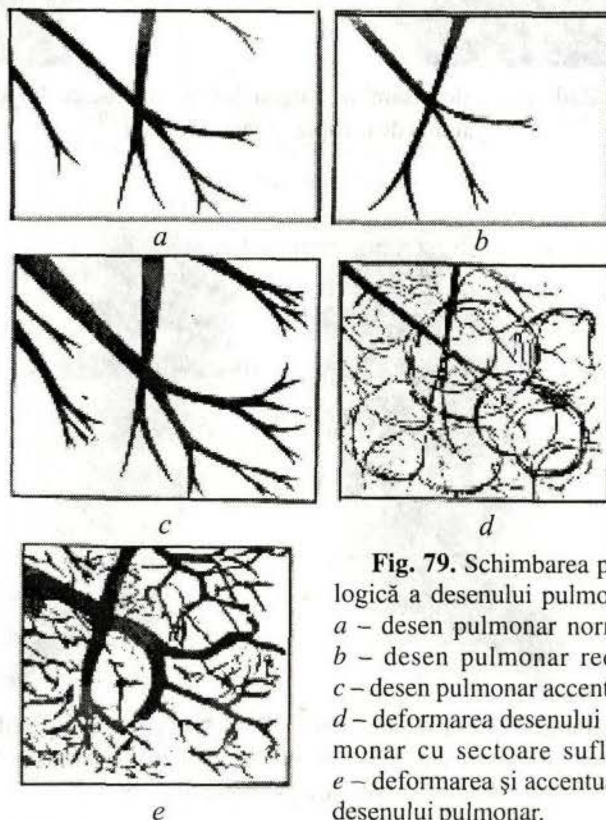


Fig. 79. Schimbarea patologică a desenului pulmonar: *a* – desen pulmonar normal; *b* – desen pulmonar redus; *c* – desen pulmonar accentuat; *d* – deformarea desenului pulmonar cu sectoare suflate; *e* – deformarea și accentuarea desenului pulmonar.

Accentuarea desenului pulmonar reflectă o sporire în dimensiuni și număr a elementelor desenului pe o unitate de suprafață a câmpului pulmonar. Este tipică pentru dereglări de circulație în vasele pulmonare fiind prezentă la o hipertensie arterială și la o stază venoasă în circuitul mic (vicii cardiace înnăscute sau dobândite).

Desenul pulmonar redus poartă la bază o micșorare în dimensiuni a elementelor desenului pe o unitate de suprafață a câmpului pulmonar. Se întâlnește în două cazuri: la hipovolemia arterială a plămânilor și la balonarea parenchimului (obturația bronhiei prin supapă) (fig. 79).

Slăbirea (atenuarea) desenului pulmonar este un fenomen pur optic de reducere sau chiar de dispariție a desenului normal pe câmpul pulmonar. Se întâlnește la o diseminare de opacități nodulare, când imaginea liniară a vaselor este ascunsă de suprapunerea abundentă a opacităților.

Deformarea desenului apare în caz de schimbare a arhitectonicii și a formei normale a elementelor desenului pulmonar. Se întâlnește la o bronșită cronică, pneumoconioză, pneumoscleroză, tuberculoză, boală bronșectatică etc. (fig. 80).

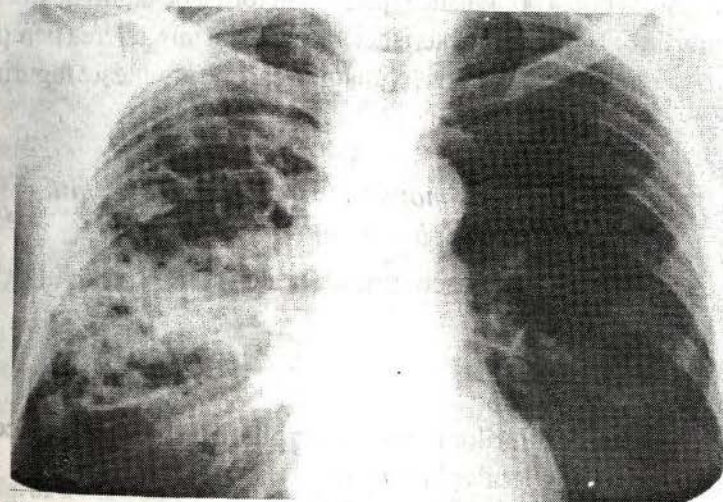


Fig. 80. Radiografia de ansamblu a organelor cutiei toracice. Pe dreapta date radiologice de ciroză și bronșectazii (deformarea desenului pulmonar).

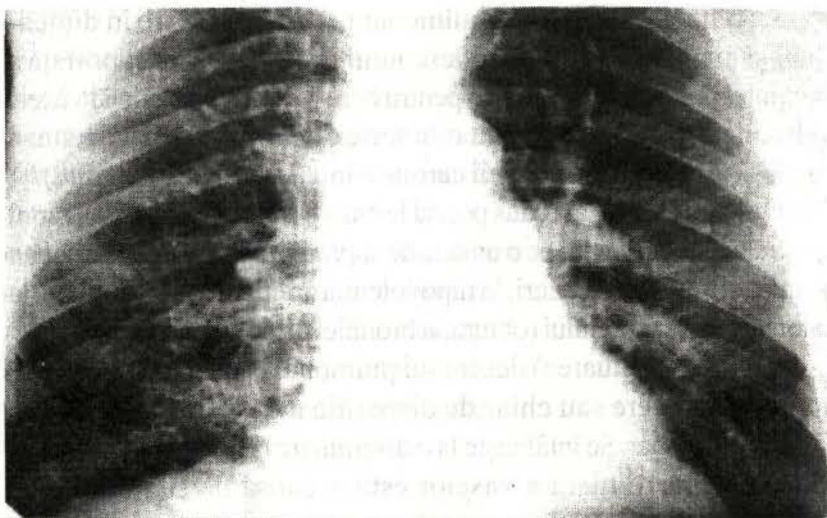


Fig. 81. Radiografie de ansamblu. Manifestări de polichistoză.

O variantă mai demonstrativă de deformare a desenului pulmonar se întâlneşte la boala polichistică (plămân în formă de faguri de miere), un sistem de chisturi cu caracteristici speciale. La întretăierea pereţilor chisturilor plămânului obţinem o imagine care ne aminteşte fagurii de miere (fig. 81).

Patologia hilului pulmonar şi a ganglionilor limfatici bronhiali

Schematic putem deosebi următoarele schimbări ale hilurilor pulmonare:

a) hiluri hipostatici;
b) infiltrarea hilurilor;
c) deformarea hilurilor în urma dezvoltării ţesutului cicatriceal;
d) mărirea ganglionilor limfatici;
e) calcificarea ganglionilor limfatici.

Hilurile de stază însoţesc unele vicii cardiace. Este un proces bilateral de dilatare a hilurilor pulmonare însoţit de accentuarea desenului pulmonar. Contururile hilurilor apar nete la o hipertensie arterială şi şterse la o stază venoasă.

Dacă ţesutul hilar este supus unei infiltraţii el apare pe imagine lipsit de structură cu un contur şters. Pe acest fond este foarte dificil să diferenţiem imaginea vaselor.

Ţesutul fibros, cicatricele deformează hilul pulmonar. Conturul devine bine exprimat, dar neregulat. Se observă modificări fibrotice în plămâni.

Ganglionii limfatici măriţi apar sub formă de opacităţi rotunde, ovale, semirotunde în regiunea hilului. Conturul lateral devine policiclic (fig. 82).

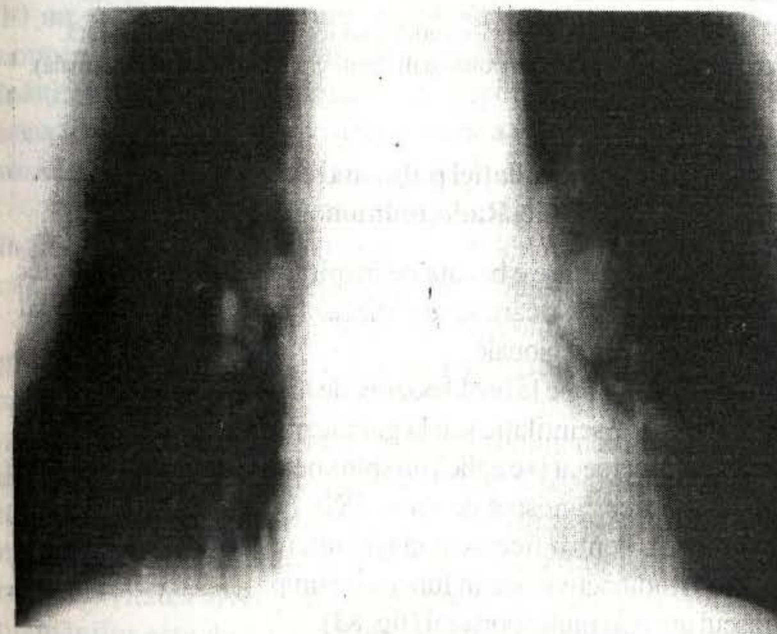


Fig. 82 *a* – tomograma organelor cutiei toracice în incidenţă anterioară. Hilurile pulmonare mărite din contul ganglionilor limfatici (limfogranulomatoză).

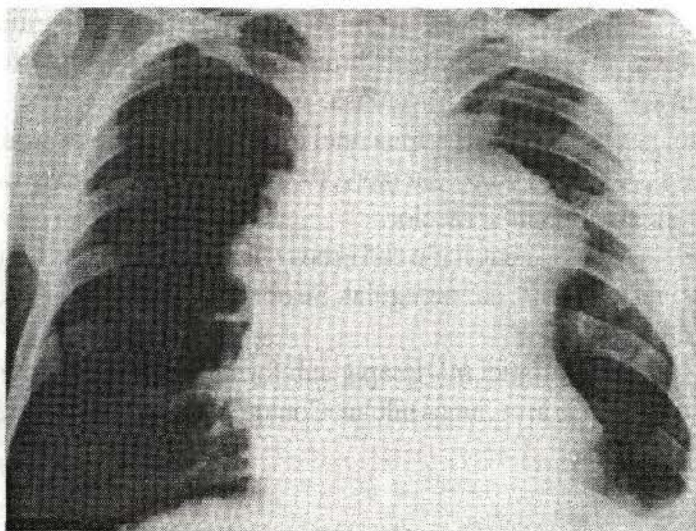


Fig. 82 *b* – radiografia organelor cutiei toracice în incidență anterioară. Mărirea ganglionilor limfatici mediastinali (limfogranulomatoză mediastinală).

Studiul ventilației pulmonare regionale cu ^{133}Xe. Radiopulmonografia

Metoda de cercetare e bazată pe inspirarea amestecului de aer și ^{133}Xe (gaz radioactiv), care se repartizează în alveole proporțional ventilației pulmonare regionale.

Înregistrarea se face la un dispozitiv de înscriere liniară înzestrat cu 6–7 contoare de scintilație sau la gamacameră.

Subiectului cercetat i se aplică un spirometru cu circuit închis care conține un amestec cunoscut de aer și ^{133}Xe (10–15 MBq la 1,0 *litri* de aer inspirat). Pentru fiecare zonă de interes se obține un traseu reprezentând radioactivitatea în funcție de timp.

Traseul are mai multe porțiuni (fig. 83).

– O porțiune ascendentă *(a)*, cu mici deflexiuni, ce corespunde sosirii progresive a xenonului în plămâni, radioactivitatea după a treia inspirație (deflexiune) reflectând distribuția ^{133}Xe în diferitele

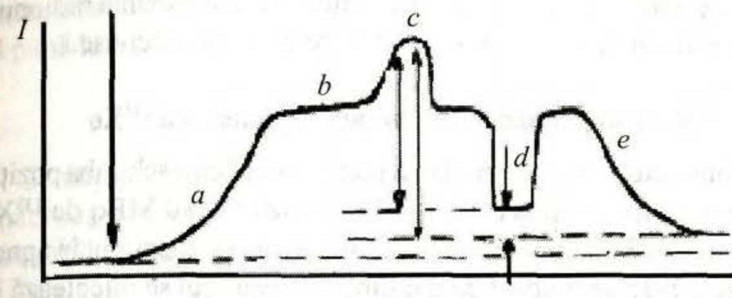


Fig. 83. Radiograma ventilației pulmonare cu ^{133}Xe.

teritorii pulmonare. La acest nivel se apreciază ventilația tuturor alveolelor.

– Un platou *(b)* – corespunzător unei perioade de aproximativ 10 minute de respirație a amestecului din spirometru – care indică concentrația egală a ^{133}Xe din plămâni cu cea din spirometru, înălțimea lui în fiecare zonă studiată depinde de volumul de aer din zona respectivă, oferind posibilitatea de a calcula direct capacitatea reziduală funcțională (CFR).

– O porțiune obținută prin inspirație și expirație forțate ne indică în fiecare zonă o valoare relativă a capacităților vitale și totale, a capacităților rezidual funcționale și a volumelor reziduale (*c* și *d*).

– O porțiune descendentă care corespunde eliminării ^{133}Xe din plămâni prin respirație după deconectarea subiectului de la spirometru (*c*).

La indivizii normali indicii ventilației pulmonare diferă în funcție de zonă și au tendința de a crește de sus în jos. Însă, pentru toate regiunile pulmonare perioada de omogenizare a aerului din alveole nu depășește 3 minute, iar perioada de eliminare a 50% din radioactivitatea alveolară – 35 secunde. Capacitatea vitală (cv) a plămânilor este de 53,9 ± 2,6% pentru cel drept și 46,1 ± 2,8% pentru cel stâng. Dereglarea permeabilității bronhiilor de calibru mic aduce la o sporire a perioadei de omogenizare a aerului alveolar. Acest proces se întâlnește în cazurile de bronșită cronică, astm

bronşic şi emfizem pulmonar. O anumită valoare prezintă radiopulmonografia în depistarea insuficienţei respiratoare ascunse.

Studiul perfuziei pulmonare regionale cu ^{133}Xe

După determinarea ventilaţiei pulmonare, fără a schimba poziţia bolnavului, intravenos (i.v.) i se injectează 50–80 MBq de ^{133}Xe dizolvat în 1–3 ml de ser fiziologic. Bolnavul este menţinut în apnee timp de 10–15 secunde. Când radiofarmaceuticul se injectează în venele braţului, bolusul radioactiv evoluează spre cord şi apoi în plămâni, unde peste 95% din ^{133}Xe trece din sânge în alveolele irigate şi se menţine acolo tot timpul apneei. Nivelul radioactivităţii, care depinde de cantitatea de ^{133}Xe adus de circulaţie în volumul pulmonar explorat, exprimă gradul perfuziei.

Prin încetarea apneei şi reluarea respiraţiei în aer ^{133}Xe se elimină în întregime din plămâni în aproximativ 3 minute la subiectul normal, conform curbei ce exprimă spălarea radioxenonului (fig. 84).

Despre capacităţile funcţionale ale plămânilor putem judeca, folosind raportul ventilaţie – perfuzie regional. La subiecţii normali acest indice variază de la 0,8 până la 1,0. Dacă în regiunea cercetată ventilaţia nu e dereglată, însă fluxul sanguin e redus, atunci acest indice e mai mare de 1,0 şi invers, irigarea normală a alveolelor cu

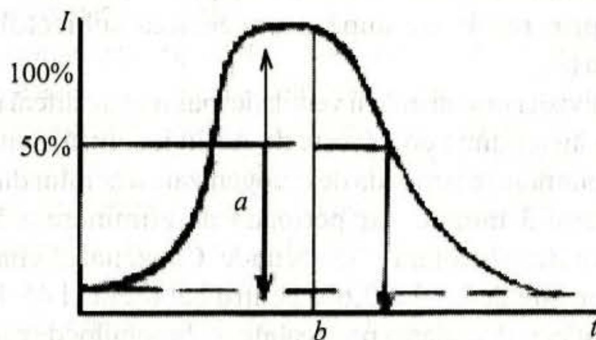


Fig. 84. Curba circulaţiei sanguine regionale pulmonare normale: *a* – amplitudinea curbei; *b* – timpul semieliminării ^{133}Xe.

diminuarea ventilaţiei micşorează raportul ventilaţie – perfuzie de la 0,8 până la 0 (zero).

Gamatopografia pulmonară

Gamatopografia pulmonară este efectuată după injectarea i.v. a macroagregatelor (MAA) sau microsferelor de albumină cu diametrul mediu de 40 m marcate cu ^{133}Xe sau cu ^{99m}Tc.

Principiul metodei are la bază mecanismul accidentului embolic, care provoacă obliterarea unei ramuri a sistemului arterial pulmonar, dar care – datorită dimensiunilor mici ale particulelor – nu blochează decât o parte foarte restrânsă din capilarele pulmonare (aproximativ 1/10 000), fără alte modificări perceptibile ale vascularizaţiei.

Metoda şi tehnica. Cu excepţia cazului când se utilizează ^{131}I, care impune o saturare a tiroidei cu iod stabil (soluţie Lugol medicinală diluată în apă). Injectarea produsului se poate face în orice perioadă a zilei, fără o pregătire prealabilă. La copii şi tineri nu se foloseşte ^{131}I, ci ^{99m}Tc sau ^{113m}In, care au timpul de înjumătăţire fizic mai mic.

Bolnavului, în decubit dorsal, i se injectează PRF de o activitate 8–10 MBq pentru ^{131}I – MAA şi 40–120 MBq pentru ^{99m}Tc – MAA.

După injectarea produsului detecţia se poate face şi în poziţie ortostatică.

Imaginile scintigrafice se pot obţine cu ajutorul scintigrafului liniar sau al camerelor de scintilaţie prevăzute cu analizatoare parametrice.

La indivizii normali imaginea ambilor plămâni este strict delimitată, deoarece mediastinul şi cordul nu acumulează PRF. Repartizarea macroagregatului este omogenă, iar intensitatea radioactivităţii – puţin scăzută în regiunile apicală, de la bază şi exterioară a câmpului pulmonar.

Imaginea scintigrafică nu are valoare diagnostică patognomonică, deoarece acelaşi tip de abolire sau diminuare a perfuziei într-un anumit teritoriu poate avea substraturi morfologice foarte variate.

Conform mecanismelor care determină asemenea tulburări, dereglările de fixare a PRF în plămâni pot avea caracter difuz sau regional.

Dereglările difuze se întâlnesc în cazurile de bronşită cronică obstructivă, fibroze pulmonare şi insuficienţă cardio-pulmonară.

Dereglările regionale apar în cazurile de substituire a parenchimului normal cu ţesut patologic, aer, lichid, în urma reducerii sau a lipsei de circulaţie sanguină pe traseul ramurii arterei pulmonare. Zona de ischemie pulmonară se traduce gamagrafic printr-o lacună ce are forma unui triunghi cu vârful îndreptat spre hilul pulmonar.

Capitolul V

APARATUL CARDIOVASCULAR

Imaginea radiologică a cordului şi a vaselor mari se datorește, pe de o parte, structurii morfologice a acestora, iar pe de altă parte, conținutului lor – sângele. Aceste elemente şi mai ales cel de al doilea, absorb radiații *X* în cantitate suficientă pentru a expune o imagine calitativă pe ecran sau pe filmul radiologic.

Se pune problema dacă examenul radiologic este util în domeniul afecțiunilor cardiovasculare şi, dacă este util, în ce măsură? La această problemă se impune un răspuns judicios.

Examenul radiologic se consideră util şi valoros, dar el nu este decât o verigă din lanțul metodelor de investigație a aparatului cardiovascular. Alături de examenul fizic de electrocardiografie, examenul radiologic furnizează o serie de elemente, îndeosebi în ceea ce privește mărimea şi forma cordului, precum şi modificările patologice ale aortei şi arterei pulmonare.

Există situații în care examenul radiologic are o valoare decisivă, uneori examenul fizic nu arată nimic deosebit, pe când examenul cu razele *X* indică modificări patologice grave.

Metode de explorare radiologică a aparatului cardiovascular

Cunoaşterea posibilităților examenului radiologic şi a simptomatologiei pe care o poate evidenția este obligatorie atât pentru medicul internist, cât şi pentru chirurg.

Tehnicile, care ne stau la dispoziție în prezent, sunt foarte multe şi

de valoare practică inegală. Pe lângă radioscopie, teleradiografie, kimografie şi tomografie în ultimul timp au mai intrat în uz angiocardiografia, diferite vasografii (aortografia, diverse flebo- şi arteriografii, coronarografia), urmărirea radiologică a cateterului intracardiac, radiocinematografia, sonografia cordului, metode radionuclide de explorare a cordului şi vaselor mari.

R a d i o s c o p i a reprezintă elementul fundamental al examenului radiologic cardiovascular. Executată corect şi complet în incidenţe şi poziţii variate, ea oferă o serie de date deosebit de importante. Principalele avantaje ale acestui procedeu constau în faptul că el permite:

– o reprezentare plastică, spaţială a cordului în ansamblu şi a cavităţilor lui izolate datorită posibilităţii de examen într-un număr de planuri practic nelimitat;

– obţinerea relaţiilor asupra eventualelor elemente anormale de la nivelul cordului şi vaselor mari;

– observarea proceselor în fazele respiraţiei sau în schimbările de poziţii ale corpului.

În majoritatea cazurilor, examenul radioscopic bine efectuat oferă toate elementele morfologice şi dinamice necesare diagnosticului. Principalul lui dezavantaj este că, practicându-se cu distanţa focar – ecran mică (cu tubul la 70 cm până la bolnav), dă o imagine mărită şi deformată a organelor mediastinale.

T e l e r a d i o g r a f i a executată cu o distanţă focar – film de circa 2 m, la care proiecţia conică a razelor *X* devine practic paralelă, permite obţinerea unei imagini foarte apropiate de dimensiunile reale ale cordului şi vaselor mari.

Principalul avantaj al radiografiei este faptul că ea permite urmărirea în evoluţie a unei afecţiuni.

R o e n t g e n k i m o g r a f i a reprezintă un mijloc de înregistrare grafică obiectivă a mişcărilor cardiace.

Principiul tehnic. Elementul esenţial este placa radioopacă în care sunt tăiate mai multe despicături orizontale cu lăţimea de 0,5–

1 mm, dispuse la distanţe variabile (de obicei 12 mm). Placa opacă (grila) este aşezată între pacient şi film, focarul găsindu-se în urma pacientului.

Dacă am executa o radiografie prin grila nefixată, am obţine o serie de linii opace, corespunzătoare despicăturilor, care prin unire ar permite reconstituirea conturului cardiac (fig. 85*a*).

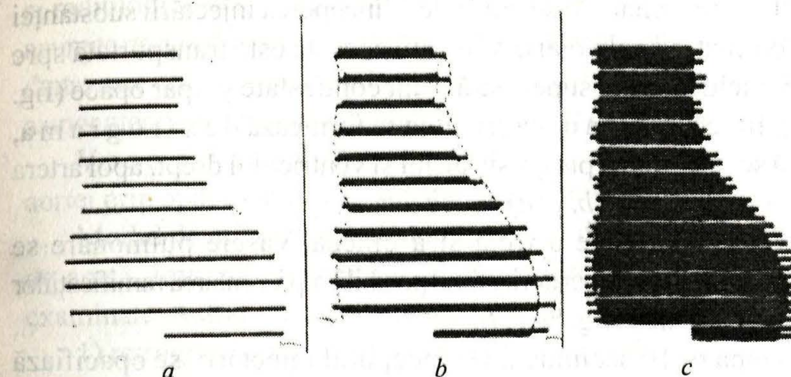


Fig. 85. Schema realizării imaginii kimografice.

Dacă după aşa o expunere am coborî foarte puţin grila şi am executa din nou examenul, am obţine o nouă serie de linii, situate sub primele, dar de dimensiuni diferite de acestea, deoarece am surprinde cordul în alt moment al evoluţiei sale (fig. 85*b*). În realitate, în timpul executării kimografiei, grila se mişcă continuu de sus în jos (în timpul expunerii lungi, 2,5–3,5 s), până când acoperă complet distanţa dintre două despicături. În felul acesta se obţine un număr mare de linii, care se contopesc într-o imagine unică a cordului, imagine care prezintă marginal nişte dinţături (croşete), expresie a proceselor de contracţie şi destindere, în diferite momente, ale umbrei mediane (fig. 85*c*).

A n g i o c a r d i o g r a f i a constă în opacifierea cavităţilor cordului şi vaselor principale prin injectarea unei substanţe de contrast iodate (de obicei în concentraţie de 70%), pe calea unei vene brahiale în timp de 1–2 s, în cantitate totală de circa 1 cm^3 kg/corp.

Tehnica implică un sistem de injectare rapidă, sub presiune, a substanţei de contrast. Imediat după începerea injectării se execută o serie de radiografii, la intervale de maxim o secundă, eşalonate pe o perioadă de aproximativ 6–9 secunde. Aparatele moderne permit efectuarea în două planuri perpendiculare a mai mult de 10 imagini pe secundă.

La aproximativ o secundă de la începerea injectării substanţei de contrast, venele mari, prin care aceasta este transportată spre cord, inclusiv cava superioară, sunt contrastate şi apar opace (fig. 86*a*). În secundele a doua şi a treia se formează d e x t r o g r a m a, adică se opacifiază progresiv atriul şi ventriculul drept, apoi artera pulmonară (fig. 86 *b, c, d*).

Între secundele a treia şi a cincea, vasele pulmonare se contrastează până la periferie, fiind posibilă reprezentarea ramificaţiilor lor caracteristice (fig. 86 *e, f*).

După 6–10 secunde de la începutul injectării, se opacifiază cordul stâng, obţinem deci l e v o g r a m a, mai puţin evidentă, din

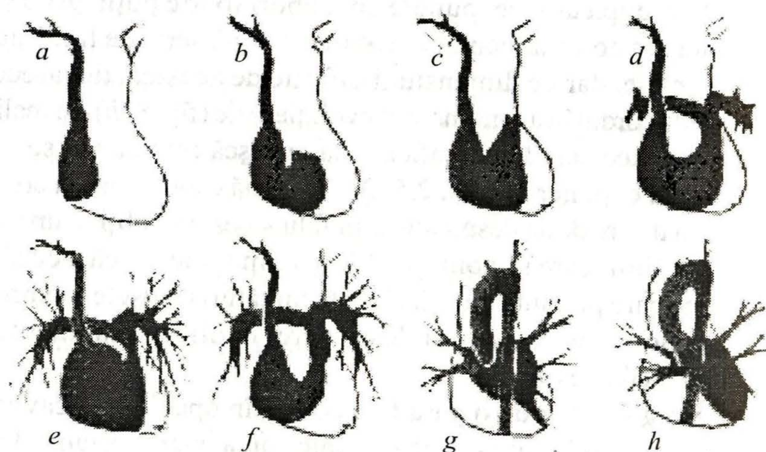


Fig. 86. Angiocardiogramă (schemă):
a–f– dextrogramă; *g, h* – levogramă.

cauza diluţiei în sânge a substanţei de contrast, în timpul circulaţiei intrapulmonare. Levograma permite evidenţierea cavităţilor stângi, a poziţiei şi întinderii lor, a modificărilor de volum în sistolă şi diastolă. Este bine reprezentată şi aorta toracică pe toată întinderea ei (fig. 86 *g, h*).

Deoarece angiocardiografia implică condiţii tehnice, chirurgicale şi radiologice destul de complicate şi pentru că nu este lipsită de anumite riscuri, domeniul ei de aplicare se restrânge la anumite indicaţii, dintre care cea mai importantă este, desigur, investigaţia preoperatorie a unor afecţiuni congenitale, unde este deseori de neînlocuit.

V a s o g r a f i i l e. A o r t o g r a f i a permite reprezentarea aortei prin opacifierea ei cu substanţă de contrast.

Modul de injectare a substanţei iodate depinde de porţiunea de aortă, împreună cu ramurile respective, ce urmează să fie examinate. Astfel, aceasta se poate face:

1) retrograd, printr-o arteră femurală sau brahială;

2) în aorta toracică sau abdominală prin puncţie.

A r t e r i o g r a f i i l e se obţin prin opacifierea ramurilor arteriale după puncţia arterei respective şi introducerea, într-un ritm constant, a substanţei de contrast.

F l e b o g r a f i a reprezintă un grup de numeroase tehnici radiochirurgicale care diferă între ele după cantitatea de substanţă radioopacă introdusă, după concentraţia acesteia şi după timpul de injectare. Se foloseşte:

a) tehnica indirectă, cu introducerea substanţei de contrast intra arterial şi efectuarea radiografiei în momentul când aceasta a ajuns în vene;

b) tehnica directă, cu injectarea intravenoasă a substanţei, urmărindu-se opacifierea ascendentă sau descendentă a vasului. O variantă a acestei tehnici este introducerea substanţei de contrast pe cale intramedulară, prin injectarea ei în spongioasă.

Metode radionuclide de cercetare în cardiologie şi angiologie

Determinarea timpului de circulaţie

Principiul constă în înregistrarea primei unde de radioactivitate care apare în diverse sectoare ale circulaţiei după injectarea i.v. a unui element radioactiv.

Bolnavului, aflat în decubit dorsal, i se aplică un contor de scintilaţie în sectorul vascular, al cărui timp de circulaţie dorim să-i determinăm. Astfel, pentru obţinerea timpului braţ-inimă se aplică contorul în spaţiul al III-lea intercostal stâng, la 5 cm în afara marginii sternului; pentru membrele inferioare – pe talpă; pentru braţul opus – pe plica cotului; pentru carotidă – la nivelul sinusului carotidian etc.

Contorul de scintilaţie este cuplat cu un dispozitiv de înregistrare care înscrie momentul trecerii radioactivităţii în segmentul respectiv. Se injectează rapid intravenos 0,37 MBq de RISA, diluată în 0,5 ml ser fiziologic.

La oamenii sănătoşi, în repaus, timpul de circulaţie este:

- braţ-braţ – 15 secunde;
- braţ-picior – 12–16 secunde;
- braţ-inimă stângă – 8–10 secunde;
- braţ-carotidă – 10–15 secunde.

În unele cazuri patologice aceste cifre sunt modificate. Astfel în boala hipertonică, timpul de circulaţie braţ-braţ este mărit peste 15–20 de secunde în funcţie de gradul de evoluţie al afecţiunii.

În arteritele membrelor inferioare, timpul de circulaţie braţ-picior este mărit şi depinde de gradul de obliterare.

Proba timpului de circulaţie cu izotopi radioactivi se foloseşte şi la aprecierea eficacităţii unor tratamente instituite în bolile cardiovasculare.

Determinarea volumului sanguin activ circulant

Variaţiile volumului sângelui activ circulant constituie un subiect de studiu, atât pentru chirurgi, cât şi pentru internişti. Problema prezintă importanţă practică pentru diagnostic, pronostic şi tratament. Determinarea volumului sângelui activ circulant se bazează pe un principiu bine cunoscut în fizică şi chimie, numit principiul diluţiei.

În cazul dat diluantul necunoscut este considerat sângele circulant în care s-a adăugat o anumită cantitate de trasor. Concentraţia finală a trasorului în sânge este deci proporţională indirect şi ireversibil cu a diluantului (sângele circulant). Se utilizează trasori care marchează fie celulele roşii cu ^{99m}Tc, ^{51}Cr, fie proteinele plasmatice cu ^{131}I, ^{125}I, ^{99m}Tc. Când se determină unul dintre volume, plasmatic sau globular, obţinerea volumului sanguin total este posibilă prin raportarea lui la valoarea hematocritului.

Determinarea volumului plasmatic cu RISA

Se pregăteşte o soluţie standard de RISA – ^{131}I, unde activitatea de lucru a PRF e diluată în 100 ml ser fiziologic. Standardul este folosit pentru compararea radioactivităţii obţinute din sânge, cu cea injectată, adică pentru determinarea gradului de diluţie.

Din soluţia iniţială, strict i.v. este injectat conţinutul dozei indicatoare alcătuită din ser fiziologic şi 0,4–0,8 MBq RISA – ^{131}I. La aproximativ 10 minute de la injectare, timp considerat optim pentru omogenizarea în circulaţie, se recoltează 10 ml sânge din braţul opus, cu seringa heparinizată. O parte din sângele recoltat este folosit pentru determinarea hematocritului, iar o altă parte (5–6 ml) este centrifugată o perioadă de 10–15 minute; din plasma supernatantă se ia câte 1 ml în tuburi speciale de numărătoare.

Numărătoarea probelor de plasmă şi a probelor standard se face în contorul-puţ.

Rezultatele măsurătorilor efectuate se exprimă în impulsuri pe minut şi pe ml, atât în proba standard, cât şi în proba de plasmă.

Volumul plasmatic se calculează cu ajutorul preparatului RISA, aplicând formula următoare:

$$\text{Volumul plasmatic} = \frac{\text{imp/min/ml standard x 100}}{\text{imp/min/ml pentru plasma cercetată în ml}}$$

Pentru a calcula volumul sângelui integral, ne folosim de valorile hematocritului corectat și următoarea formulă:

$$\text{Volumul sanguin} = \frac{\text{volumul plasmatic (ml)}}{H \cdot 0{,}91},$$

unde H este factorul hematocritului sângelui venos; 0,91 – factorul de corecție a hematocritului venos în funcție de observațiile statistice privind hematocritul somatic (general).

Valorile normale obținute prin folosirea diverselor metode sunt următoarele:

– volumul sanguin total variază între 57 și 72 ml/kg/corp;
– volumul plasmatic constituie 30–40 ml/kg/corp;
– hematocritul este de 44–46.

Metoda determinării volumului sanguin prezintă interes pentru evaluarea cantității de sânge pierdut în hemoragii, precum și pentru aprecierea dinamicii sectoarelor eritrocitar și plasmatic.

Radiocardiografia

Radiocardiografia se bazează pe principiul diluției intracardiace a substanțelor radioactive și pe înscrierea grafică a radioactivității precordiale.

Pentru efectuarea radiocardiografiei se folosește un contor de scintilație bine colimat, cu un perete de plumb amplasat la o distanță de 7 cm între fanta de colimație și cristalul de iodură de sodiu activat cu taliu. Contorul este cuplat cu un integrator și acesta la un dispozitiv de înregistrare liniară. Bolnavul se află în decubit dorsal, iar contorul

de scintilație este plasat la nivelul celui de al IV-lea spațiu intercostal, în dreptul liniei mediosternale, având o poziție perpendiculară față de stern și atingând pielea acestei regiuni la nivelul fantei de colimație.

Substanța radioactivă va fi diluată în 2–3 ml ser fiziologic și apoi va fi injectată rapid i.v. într-un interval de 3 secunde. În medie se injectează 0,4–1,0 MBq RISA – ^{131}I sau ^{99m}Tc.

Paralel cu injectarea, funcționează dispozitivul de înscriere amintit, care, prin curbele înregistrate, va exprima circulația substanței radioactive în compartimentele cardiace și în marile vase ce pleacă din cavitățile inimii și, în special, în artera pulmonară și în aortă. Curba obținută începe cu o parte rapidă, ascendentă, care corespunde pătrunderii substanței radioactive în ventriculul drept, și care atinge un maximum la nivelul vârfului B (fig. 87). Apoi se remarcă o descreștere după care urmează o nouă creștere care corespunde trecerii sângelui în cavitățile stângi ale cordului (vârful D). Partea ușor descendentă a curbei care urmează după vârful B indică trecerea sângelui din ventriculul drept în circulația pulmonară. După vârful D, curba prezintă o descreștere de tip exponențial (până la punctul E).

Analiza curbei permite o serie de concluzii privind starea hemodinamicii la nivelul cavităților inimii, debitul cardiac.

Debitul cardiac reprezintă cantitatea de sânge pompată de inimă într-o unitate de timp. Metodele de determinare a debitului cardiac se bazează pe principiul lui Fick, prin care se determină raportul dintre consumul de oxigen și oxigenul arteriovenos sau pe principiul diluției unui indicator injectat intravenos și măsurat apoi în sângele arterial.

Metoda cea mai convenabilă atât din punctul de vedere al pacientului, cât și al medicului reclamă utilizarea unui trasor care se injectează intravenos și se urmărește din exterior trecerea lui prin inimă. În această metodă, ca și în alte metode de determinare a debitului cardiac, esențial este ca trasorul să părăsească încet sângele. Din acest punct de vedere albumina – ^{131}I este cel mai

frecvent folosită, mai cu seamă că ea permite determinarea simultană a volumului sanguin.

Pentru măsurarea debitului cardiac, bolnavul este așezat în decubit dorsal. Contorul de scintilație colimat este orientat către baza inimii sau aorta ascendentă.

Înainte de efectuarea probei bolnavul trebuie cântărit și măsurat în înălțime. Se injectează i.v., cât se poate de rapid, 0,8–1,0 MBq de RISA, diluată în 0,2–0,3 ml ser fiziologic. Concomitent cu injectarea i.v. se declanșează dispozitivul de măsurătoare și de înscriere, ultimul având o viteză de 16 cm/min. Înregistrarea se efectuează timp de 45–60 s. După aceasta se întrerupe numărătoarea și înscrierea pentru o perioadă de 9–10 min. Urmează o nouă perioadă de înscriere a radioactivității timp de 5 minute, care reprezintă concentrația finală de omogenitate a soluției de albumină. Viteza de derulare a hârtiei de înscriere este de 16 cm/oră.

Prima curbă înregistrată după injectarea i.v. de RISA, reprezintă fenomenul de diluție izotopică cardiacă la nivelul ventriculului stâng (fig. 87, I).

Curba a doua, obținută prin înscrierea radioactivității precardiale la 10 minute de la injectarea de RISA, indică omogenizarea și echilibrul proteinei radioactive în torentul circulator (fig 87, II).

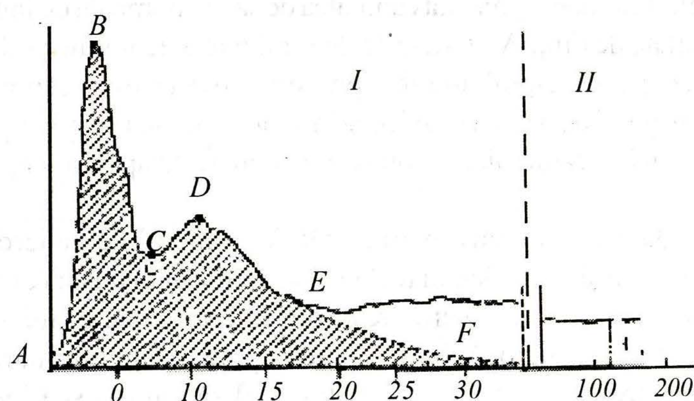


Fig. 87. Radiocardiogramă.

Aspectul acestor înregistrări permite determinarea debitului cardiac cu ajutorul unor calcule matematice, care oferă o mare exactitate, verificată și pe cale experimentală.

Valorile normale ale debitului cardiac sunt de 5–7 litri/min, iar ale debitului sistolic de 50–100 ml. Pentru a micșora dependența acestor indici de parametrii individuali ai corpului sunt folosiți indicii care indică raportul dintre debitul cardiac și suprafața corpului sau debitul sistolic și aria corpului (indice cardiac și indice sistolic). Valorile normale ale indicelui cardiac sunt de 3,5–4,5 litri/min/m^2, ale celui sistolic de 40–60 ml/m^2. Folosind datele debitului cardiac și ale tensiunii arteriale medii se calculează rezistența generală periferică, care la indivizii normali este de 1100–1300 din/s/cm^{-5}.

În stenoza mitrală pură se observă că debitul ventriculului stâng este scăzut cu 20–30% față de cifra normală.

În cordul pulmonar cronic compensat se remarcă creșterea debitului ventricular drept și, în același timp, o creștere a timpului de circulație pulmonară.

În cazul hipertensiunii arteriale se observă creșterea debitului sistolic în perioada compensării cardiace și scăderea acestuia în fazele de decompensare.

Stenoza aortică se caracterizează printr-o reducere apreciabilă a debitului cardiac. Insuficiența aortică se traduce din acest punct de vedere printr-o creștere a debitului cardiac în fazele de compensare.

Pericarditele cu lichid sau constrictive prezintă debitul cardiac scăzut. Avem aceeași situație și în cazul miocarditelor de diverse origini.

În insuficiența cardiacă, debitul scade, iar tendința de adaptare se face de obicei prin tahicardie, care nu asigură în totalitate necesitatea de oxigen ale țesuturilor. Măsurarea debitului cardiac la anumite intervale de timp permite aprecierea eficacității tratamentului instituit. Astfel, creșterea acestui debit, realizat în special pe seama eficienței de contracție, constituie un semn al eficacității terapeutice.

Scintigrafia miocardului

Se cunosc două grupe de PRF, menite să imagineze focarele patologice ale miocardului. ^{201}Tl, acumulându-se în miocardul intact, vizualizează leziunile ischemice ca zone de hipofixare a trasorului. Pe când pirofosfatul stanos marcat cu ^{99m}Tc, evidențiază infarctul prin hipercaptare înconjurat de țesutul limitrof normal. ^{201}Tl se introduce intravenos având doza de 37–74 MBq. Imaginile se obțin după 5–10 min și sunt folosite pentru a evidenția ischemia miocardică tranzitorie. La mulți pacienți cu angină pectorală imaginea de perfuzie în repaus, normal, este asemănătoare acelei obținute la subiectul sănătos. Dacă însă angina se induce prin efort apar anomalii ischemice pronunțate. Dispariția parțială sau completă a anomaliei indică faptul că țesutul reparat devine ischemic tranzitoriu în timpul stresului, iar menținerea anomaliei ischemice sugerează un țesut cicatrizat, slab irigat.

Pirofosfatul de staniu marcat cu ^{99m}Tc este injectat intravenos în doză de 370–600 MBq. Imaginile scintigrafice în incidențele anterioară oblică, anterioară stângă și laterală stângă sunt obținute la 15–60 minute de la administrare.

Pentru a confirma infarctul miocardic acut se efectuează testul cu pirofosfat care pune în evidență simptomele specifice. Testul efectuat în primele 12 ore după infarct este slab informativ. Primele trei zile postinfarct constituie timpul optim de evidențiere.

Pirofosfatul de staniu – ^{99m}Tc se fixează la nivelul leziunii infarctice în proporție de 10/1 față de miocardul normal, aproximativ aceeași proporție este reținută la nivelul osului. Din studiile statistice rezultă că proporția infarct/ficat este de 6/1 și infarct/pulmon de 20/1.

Noi posibilități în diagnosticul radionuclid al miocardului ne oferă topograful radionuclid monofoton, bifoton sau pozitronic.

Tomoscintigramele obținute cu ajutorul radionuclizilor care emit pozitroni (^{11}C, ^{15}O, ^{13}N) imaginează miocardul intact destul de clar, pe când zonele de necroză aduc la apariția diferitor defecte adecvate infarctului.

Ecocardiografia

Imaginile cordului obținute prin așa tehnici ca radiografia, angiografia izotopică, tomografia computerizată, rezonanța magnetică nucleară sunt imagini statice, ce prezintă inima sau cavitățile ei ca niște siluete. Ecocardiografia permite de a obține atât imagini dinamice, în mișcare ale inimii, valvelor, pereților, cavităților și ale vaselor mari, cât și spațiale în timp real, ce seamănă cu anatomia structurilor cardiace (fig. 88).

În prezent ultrasunetul se aplică în diagnosticul cardiologic prin trei metode, și anume:

a) ecocardiografia unidimensională în modul M (M–Eco);

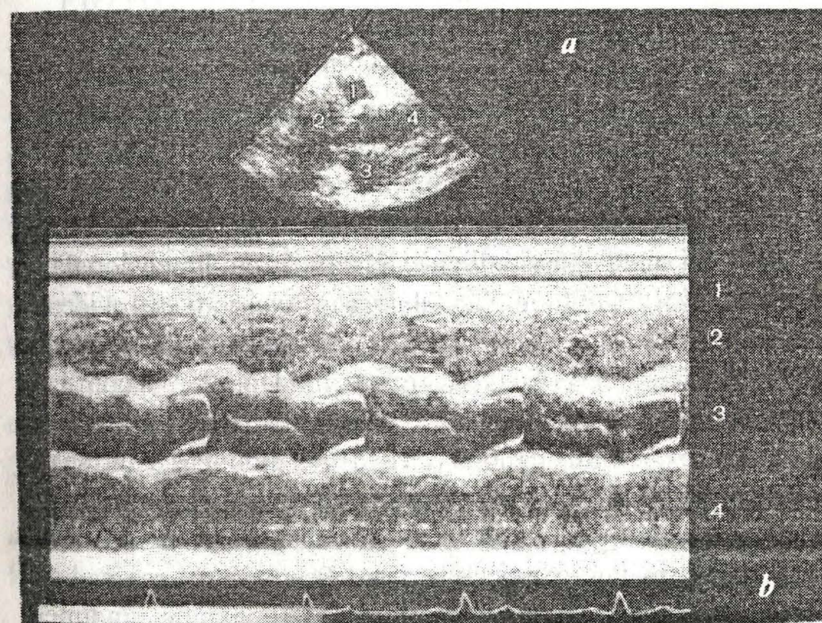


Fig. 88. *a* – Ecocardiografie bidimensională: *1* – ventriculul drept; *2* – ventriculul stâng; *3* – aorta; *4* – atriul stâng; *b* – Ecografie unidimensională: *1* – peretele anterior al cordului; *2* – ventriculul drept; *3* – aorta și valvele aortale; *4* – atriul stâng.

b) ecocardiografia bidimensională (ecotomografia cardiacă);

c) ecocardiografia cu efect Doppler.

Primele două metode, înrudite între ele, prezintă informaţii morfologice, iar cea de a treia permite aprecierea semicantitativă a fluxului sanguin, furnizând astfel date complementare.

În practica examenului ecocardiografic utilizarea modului M sau a tehnicii bidimensionale depinde de informaţiile pe care dorim să le aflăm. Avantajele examenului bidimensional constau în obţinerea imaginilor spaţiale, ce se aseamănă cu anatomia inimii. Astfel este posibilă vizualizarea concomitentă a celor 4 cavităţi, forma lor, orientarea anatomică reală a valvelor şi a structurilor valvulare, calcularea suprafeţelor orificiilor valvulare şi diagnosticul unor malformaţii vasculare complexe etc.

Înregistrarea simultană cu examenul Doppler, posibilă astăzi atât cu modul M, cât şi cu modul bidimensional, în formă de emisie pulsativă sau continuă, contribuie la aprecierea calitativă şi cantitativă a regurgitărilor valvulare, la măsurarea debitului cardiac şi a gradientelor transvalvulare. De exemplu, la un bolnav cu insuficienţă aortică, ecografia bidimensională va arăta configuraţia valvelor, morfologia ventriculului stâng, contractilitatea, ecografia unidimensională va măsura exact diametrele ventriculului şi a inelului aortic, va evidenţia flutterul valvei şi va aprecia momentul de închidere a valvei mitrale faţă de vârful undei R (ECG), iar examenul Doppler va confirma diagnosticul şi va putea grada regurgitatea. La un bolnav cu pericardită, examenul de rutină se va face în modul M, când se pot măsura exact ecourile de separare a celor două foiţe pericardice, iar ecografia bidimensională va arăta distribuţia lichidului şi eventualele formaţiuni ataşate de pericard. Pentru aprecierea evoluţiei în timp a lichidului se va apela la măsurătorile ecografiei unidimensionale. La o cardiomiopatie hipertrofică, distribuţia hipertrofiei se va aprecia prin ecografia bidimensională, iar toate măsurătorile, inclusiv în timpul testelor farmacodinamice, se vor face în ecografia unidimensională.

Aşadar, ecocardiografia este o metodă neinvazivă ce permite de a vizualiza structurile cardiace, de a măsura dimensiunile cavităţilor şi grosimea pereţilor şi oferă totodată noi şi variate date atât despre structura, cât şi despre funcţiile inimii.

Imaginea radiologică a cordului şi a vaselor mari normale

Inima trebuie examinată în complexul relaţiilor anatomice, dinamice şi funcţionale, care o solidarizează cu întreg organismul într-un tot armonios.

Examenul radiologic al inimii (radioscopia, radiografia) se face, atât din faţă, cât şi în poziţii oblice.

P o z i ţ i a d e f a ţ ă (frontală, postero-anterioară) permite să se studieze poziţia, forma şi dimensiunile globale ale inimii şi ale vaselor mari, raporturile cu organele vecine, hilurile şi vascularizaţia pulmonară. Poziţia postero-anterioară (PA) constă în aşezarea persoanei examinate cu faţa către ecran sau film şi cu spatele spre tub. Inima în acest caz ocupă o poziţie oblică de sus în jos, dinapoi înainte şi de la dreapta spre stânga, fiind culcată pe diafragmă. Imaginea radiologică a inimii nu poate fi separată de cea a vaselor mari de la baza inimii care constituie pediculul ei vascular, de aceea totdeauna avem de fapt imaginea cardiovasculară.

Imaginea cardiovasculară în poziţia anterioară este conturată în dreapta de două arcuri: a) superior, care corespunde aortei ascendente şi venei cave superioare; b) inferior, care corespunde atriului drept.

Conturul stâng este format din 4 arcuri: 1) superior, butonul aortic; 2) artera pulmonară; 3) urechiuşa atriului stâng; 4) arcul inferior stâng, format în mod normal de ventriculul stâng (fig. 89).

P o z i ţ i a o b l i c ă a n t e r i o a r ă d r e a p t ă (OAD) se obţine plecând de la poziţia anterioară şi rotirea corpului spre dreapta cu marginea dreaptă a toracelui lipită de ecran în aşa fel ca axul frontal al corpului să formeze cu ecranul un unghi de 45°. În această poziţie, pornind de la marginea dreaptă a inimii şi de sus în jos,

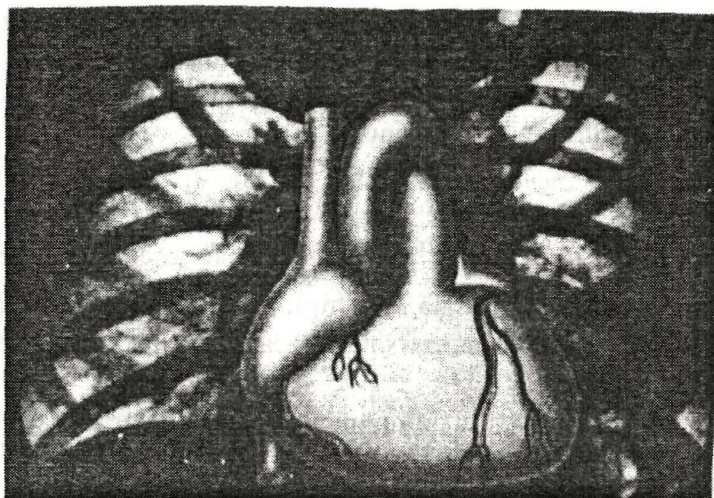


Fig. 89. Proiecția cavității inimii în incidență postero-anterioară.

în spațiul retrocardiac se pot examina: pediculul vascular (aorta ascendentă), atriul stâng şi atriul drept, iar în spaţiul retrosternal, de sus în jos: aorta ascendentă, conul arterei pulmonare şi ventriculul stâng. Este cea mai favorabilă poziție pentru studiul atriului stâng prin vizualizarea esofagului cu pastă baritată. Pentru vizualizarea esofagului se administrează intern o lingură de pastă baritată densă. Atriul stâng, imprimă pe esofagul baritat un adevărat mulaj cu aspect tipic (fig. 90).

P o z i ț i a o b l i c ă a n t e r i o a r ă s t â n g ă (OAS) se realizează prin rotaţia corpului cu 45°, cu marginea stângă a toracelui lipit de ecran.

În poziția OAS în spațiul retrosternal, pornind de sus în jos, se pot evidenția:

a) peretele anterior al aortei ascendente;
b) atriul drept;
c) ventriculul drept;

iar în spațiul retrocardiac:

a) artera pulmonară stângă;
b) atriul stâng;
c) ventriculul stâng (fig. 91).

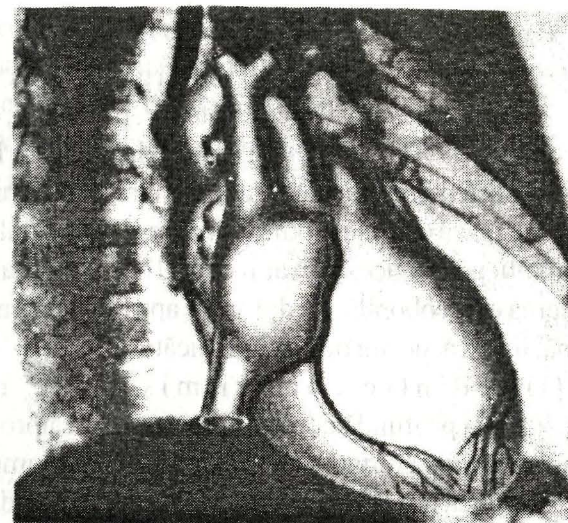


Fig. 90. Imaginea inimii în poziție oblică anterioară dreaptă (OAD).

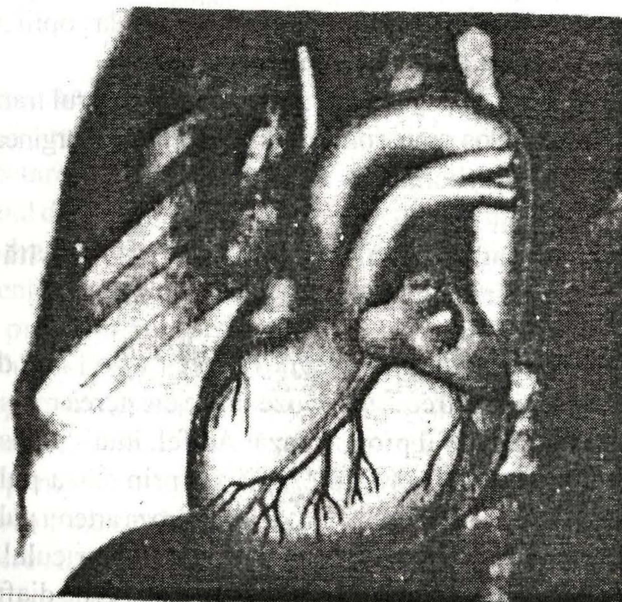


Fig. 91. Imaginea inimii în poziție oblică anterioară stângă (OAS).

R e l a ț i i l e d i n t r e c o r d ș i d i a f r a g m ă. Dacă diafragma este ridică, cordul suferă o mișcare de rotație, spre sânga, ocupând o poziție orizontală, cu vârful înainte și puțin ridicat în sus. În anumite cazuri, la copii și la femeile gravide în ultimele luni ale sarcinii, ridicarea diafragmei realizează diverse modificări din partea cordului care pot imita configurații patologice, cum ar fi cordul de configurație mitrală. Când diafragma este coborâtă, cordul apare aproape vertical și separat de diafragmă, luând aspectul de cord "în picătură".

R e l a ț i i l e d i n t r e c o r d ș i m i ș c ă r i l e r e s p i r a t o r i i. În inspirația profundă cordul ocupă o poziție aproape de cea verticală, iar în expirația forțată – de cea orizontală. Volumul cordului se poate de asemenea modifica în inspirația forțată, mărindu-se o dată cu creșterea fluxului de sânge spre el.

C o r d u l l a c o p i i. La nou-născuți și la copiii mici cordul apare mare, fiind disproporțional în raport cu dimensiunile ariilor pulmonare. Arcul mijlociu care, în mod normal, este concav, la copiii mici este rectiliniu sau bombat, schițând o configurație mitrală.

C o r d u l l a b ă t r â n i se mărește în diametrul transversal, vârful devine globulos, arcul aortic (butonul aortic) și marginea dreaptă (arcul superior drept) bombate.

Aspectul radiologic al afecțiunii diferitelor cavități ale cordului

Afectarea ventriculului drept. H i p e r t r o f i a d e r e z i s t e n ț ă. Cele mai frecvente cauze țin de creșterea rezistenței în calea sângelui pe care îl propulsează. Astfel, întâlnim asemenea rezistențe în afecțiunile valvulei mitrale prin staza pulmonară retrogradă, în scleroemfizemul pulmonar, scleroza arterei pulmonare, viciile congenitale. Datorită acestei rezistențe, ventriculul drept se alungește. Alungirea lui este oprită în partea de jos de diafragmă și din această cauză se dezvoltă în sens cranial, împingând conul arterei

pulmonare și artera pulmonară. Ele la rândul lor se bombează în regiunea arcului mijlociu, modificând aspectul radiologic al cordului, care din concav cum este în mod normal, devine rectiliniu sau convex. La aceasta se adaugă o rotație a cordului spre stânga care accentuează aspectul convex al atriului stâng (fig. 92).

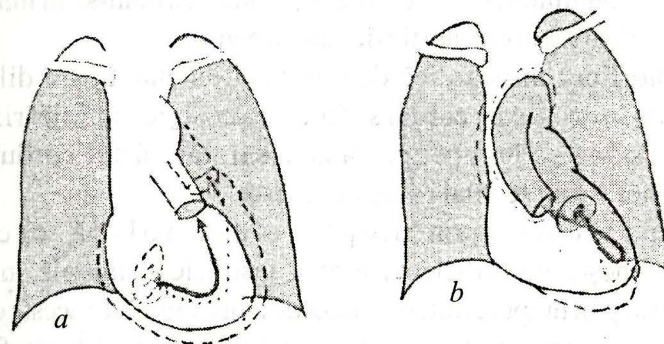


Fig. 92. Modificarea imaginii cordului prin dilatație și hipertrofia de rezistență a ventriculului drept (*a*) și stâng (*b*).

Alungirea inițială a cavității se explică prin afectarea căilor de ieșire a sângelui; mărirea diametrului transversal se explică acum prin afectarea și a căii de intrare a sângelui. În această situație ventriculul drept formează arcul inferior din dreapta prin împingerea atriului drept înapoi și în sus, spre dreapta. În momentul apariției insuficienței fibrei miocardice, dilatația miogenă, ventriculul drept devine proeminent spre stânga și prin împingerea înapoi a ventriculului stâng participă la formarea arcului inferior din stânga.

Răspunsul arterei pulmonare este o dilatație a acesteia și a ramurilor sale.

Din punct de vedere radiologic hilurile apar mai mari și prezintă pulsații sincrone cu sistola cardiacă.

Hipertrofia și dilatația ventriculului drept prin umplere diastolică crescută sunt mai rare și se întâlnesc în insuficiența valvulelor pulmonare, precum și a valvulelor orificiului atrioventricular drept.

Afectarea ventriculului stâng. Hipertrofia de rezistență se produce prin îngreunarea ieșirii sângelui din ventriculul stâng în aortă sau prin creșterea rezistenței periferice. Se întâlnește mai des în hipertensiunea arterială, stenoza aortică, viciile congenitale. În aceste cazuri, ventriculul stâng se alungește și deci se mărește diametrul longitudinal. Arcul inferior stâng mărindu-se în lungime, apare bombat. Butonul aortic devine proeminent.

Când fibra miocardică devine insuficientă, apare dilatația miogenă. În acest caz, cordul suferă următoarele modificări: arcul inferior stâng se bombează transversal, iar vârful cordului se rotunjește. Aorta se dilată și se alungește.

Hipertrofia prin umplere diastolică crescută se întâlnește în insuficiența aortică, insuficiența mitrală, în unele bradicardii și în timpul eforturilor mici de lungă durată. În aceste cazuri, arcul inferior stâng se alungește, iar mai târziu se bombează. În insuficiența aortică se constată prezența pulsațiilor ample la nivelul butonului aortic.

Modificările de volum ale atriilor. Atriul stâng apare afectat de obicei în leziunile orificiului mitral, și anume, în stenoză și insuficiență mitrală, vicii congenitale. Atriul devine mai proeminent în urma dilatației de partea dreaptă, depășind marginea respectivă a cordului și dând aspectul unui dublu contur. Această ieșire în relief, mai mare de obicei de partea dreaptă a atriului, este explicată prin rezistența pe care o opun, în calea expansiunii atriului stâng spre stânga, bronhiile principale și artera pulmonară (fig. 93).

Mărindu-se, atriul stâng împinge esofagul spre dreapta și în urmă, iar bronhia principală stângă în sus. În acest caz bronhia capătă un traiect orizontal.

Atriul drept. Modificările acestuia se întâlnesc, de obicei, asociate cu dilatația ventriculului drept.

Se constată modificări ale arcului superior drept prin dilatarea venei cave superioare, alungirea și proeminența arcului inferior drept, prin mărirea de volum a atriului drept.

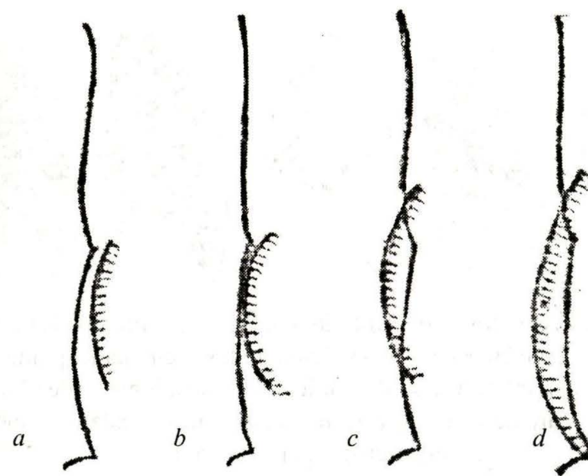


Fig. 93. Aspecte realizate de prezența atriului stâng pe marginea dreaptă a cordului: *a* – atriul stâng marginal în regiunea superioară a arcului inferior drept; *b* – dublu contur al marginii drepte; *c* – contur biarcuat al arcului inferior drept; *d* – atriul stâng marginal pe toată întinderea arcului inferior drept.

Vasele pulmonare în stări hemodinamice neobișnuite

Buna vizibilitate radiologică a vaselor pulmonare și semnificația deosebită care se acordă modificărilor acestora în condiții patologice implică o analiză mai amănunțită a aspectelor întâlnite în diverse stări hemodinamice.

1. Volumul redus al circulației pulmonare atât în segmentul ei arterial (în cazul stenozelor și hipoplaziilor de arteră pulmonară), cât și în cel venos (ca o consecință a primului fenomen), are ca urmare evidențierea imaginii unor hiluri mici și a unui desen pulmonar sărac, reprezentat prin elemente înguste, reduse numeric (fig. 94*a*).

2. Creșterea umplerii venoase, adică staza pulmonară, întâlnită în prezența unui obstacol în vărsarea venelor în atriul stâng (mai ales în leziunile anatomice ale orificiului mitral),

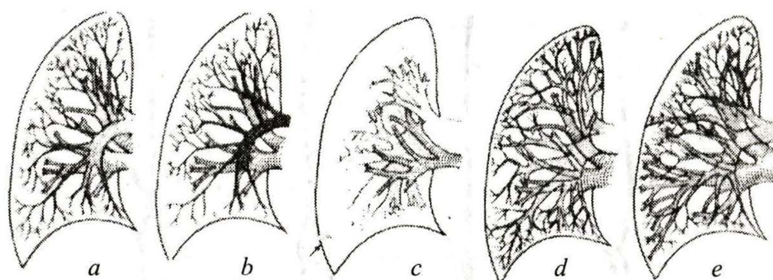


Fig. 94. Vase pulmonare în diferite stări hemodinamice (schemă):
a – vase pulmonare normale; *b* – volumul redus al circulației pulmonare;
c – creșterea umplerii venoase. Liniile Kerley sunt indicate de săgeată;
d – accentuarea umplerii cu sânge a arterelor din mica circulație – hiperemia;
e – hipertensiunea pulmonară.

prezintă un aspect radiologic particular: hilurile și desenul pulmonar apar mărite ca volum, de opacitate crescută (fig. 94*b*). Edemul din nucleul plămânului și transsudatul interstițial periferic determină ștergerea contururilor elementelor vasculare, iar constatarea pe anumite porțiuni a interstițiului perilobular cauzează apariția unui desen în rețea la periferia câmpurilor pulmonare. Staza limfatică însoțitoare poate produce ca aspect particular apariția liniilor Kerley, adică vizibilitatea pe anumite porțiuni ale septurilor interlobulare (fig. 94*c*).

3. A c c e n t u a r e a u m p l e r i i c u s â n g e a a r t e r e l o r d i n m i c a c i r c u l a ț i e realizează două aspecte particulare: hiperemia și hipertensiunea pulmonară.

Hiperemia exprimă sporirea curentului circulator sanguin prin arterele pulmonare (fig. 94*d*). În majoritatea cazurilor este determinată de prezența unui scurtcircuit arteriovenos, propriu unui grup de afecțiuni congenitale (duct arterial persistent, defecte de sept etc.).

Elementul comun tuturor acestor stări este o încărcare de umplere a ventriculului drept, care se traduce în segmentul arterial al micii circulații printr-o creștere a minut-volumului circulator. Radiologic se evidențiază artere pulmonare de calibru crescut până aproape de periferia câmpurilor pulmonare, care de obicei rămân de aspect normal.

Imaginea radiologică a hipertensiunii pulmonare poate fi sintetizată în următoarele modificări ale aspectului circulației pulmonare:

a) lărgirea arterelor pulmonare proximale (hiluri și artere lobare). Măsurătoarea arterei pulmonare descendente atinge în general valori de peste 15 mm;

b) reducerea relativ bruscă de calibru între arterele pulmonare lobare și cele segmentare, care sugerează uneori o "amputare" a hilului la nivelul său inferior. Acest aspect exprimă îngustarea arterelor cauzată de cele mai multe ori de spasmul acestora;

c) îngustarea desenului pulmonar spre periferie (expresie a aceluiași proces amintit mai sus), care determină o accentuare a transparenței pulmonare.

Leziunile valvulare ale cordului

În general, leziunile valvulare ale cordului modifică dinamica circulatorie creând fie rezistențe crescute în golirea cavităților, fie umpleri diastolice anormale. În consecință ele vor realiza imagini radiologice corespunzătoare tulburării hemodinamice existente.

În ordinea frecvenței vor fi descrise afecțiunile orificiilor mitral, aortic și tricuspidian. La fiecare dintre acestea vor fi considerate stenoza și insuficiența și vor fi amintite leziunile duble de insuficiență și stenoză, a căror simptomatologie reunește manifestările celor două afecțiuni.

Stenoza mitrală

Este una dintre cele mai importante leziuni cardiace, ca frecvență de gravitate, iar în ultimul timp și ca obiectiv chirurgical.

Stenoza mitrală este realizată de o diminuare a suprafeței orificiului mitral, considerându-se astfel un obstacol în trecerea sângelui din atriul stâng și ventriculul stâng. Stenoza produce tulburări

în circulația sângelui când suprafața orificiului mitral scade de la normalul de 4–6 cm² la 2 cm² sau 1,5 cm². Există deci o stenoză mitrală din punct de vedere anatomic care n-are nici o repercusiune asupra hemodinamicii, însă poate prezenta unele semne obiective la examenul clinic.

Aspectul radiologic. În majoritatea cazurilor se realizează o imagine caracteristică – configurația mitrală (fig. 95), definită prin:

1. Umplerea (rectitudinea sau proeminența) golfului cardiac.

La aspectul particular al golfului cardiac contribuie:

a) mărirea atriului stâng, care se evidențiază în regiunea inferioară a golfului;

b) dilatarea arterei pulmonare (datorită hipertensiunii în segmentul arterial al micii circulații), care se determină în partea superioară a golfului.

2. Micșorarea sau dispariția butonului aortic. Modificarea aspectului butonului aortic este condiționată de umplerea redusă cu sânge a vasului și de rotația spre stânga a cordului.

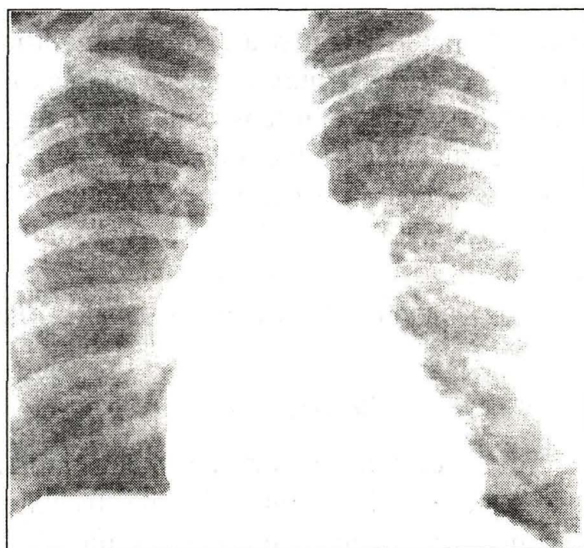


Fig. 95. Stenoză mitrală. Umplerea golfului cardiac. Dublu contur la nivelul arcului inferior drept datorită atriului stâng dilatat. Hiluri accentuate.

3. Aplatizarea și scurtarea arcului inferior stâng, care capătă un traiect vertical. Micșorarea arcului inferior stâng este urmarea atrofiei, prin reducerea funcției ventriculului stâng.

4. Apariția pe marginea dreaptă a atriului stâng mărit. În circa 50% din cazurile de stenoză mitrală, atriul stâng devine vizibil pe marginea dreaptă, nu numai prin creșterea lui de volum, ci și datorită rotației spre stânga pe care o suferă cordul.

Evidențierea unuia dintre atriile stângi este cel mai important semn radiologic în stabilirea diagnosticului de stenoză mitrală. În poziție oblică anterioară dreaptă, pentru a se vedea deplasarea esofagului de către atriul stâng mărit se administrează intern bolnavului puțină pastă baritată (fig. 96).

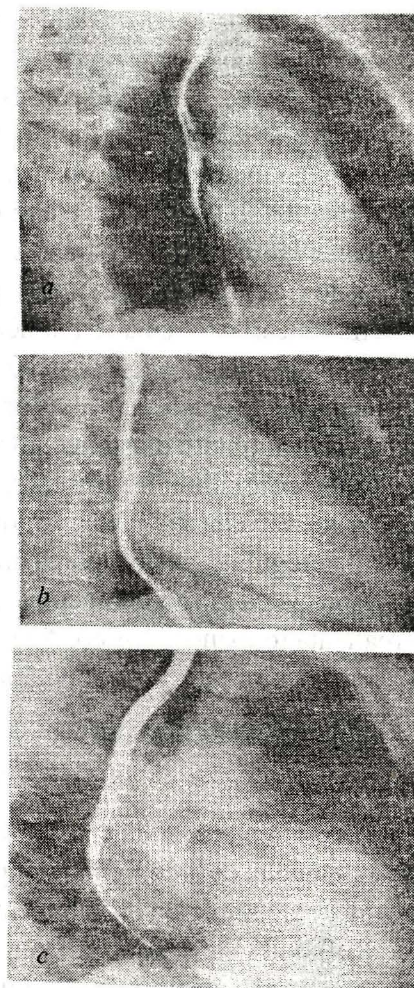


Fig. 96. Aspecte realizate de esofag în OAD: *a* – atriul stâng normal nu modifică traiectul esofagului. Deplasarea esofagului de către atriul stâng în stenoză *(b)* și insuficiență mitrală *(c)*.

Modificările circulației pulmonare, staza retrogradă și hipertensiunea, sunt totdeauna prezente în grade variabile.

Staza, element pasiv, consecutiv creșterii presiunii în venele pulmonare datorită barajului orificial mitral, se manifestă la început în

regiunea hilurilor, apoi se extinde spre periferie. Când hipertensiunea venoasă pulmonară este excesivă se produce un edem interstițial.

Apar așa-numitele linii Kerley, dispuse orizontal, cu o grosime de aproximativ 2 mm și o lungime de 2–2,5 cm, situate la bază, în apropierea sinusului costofrenic. Ele se datoresc unei îngroșări a septului interlobular de către edemul interstițial.

Hipertensiunea pulmonară, reflexă, iar ulterior fixată anatomic prin alterările vasculare și interstițiale, prezintă aspectul descris la capitolul modificărilor circulației pulmonare.

Ecografic diagnosticul de stenoză mitrală se stabilește pe următoarele semne: îngroșarea valvelor, mișcarea paralelă a valvelor, reducerea motilității diastolice. În mod normal, valvele mitrale apar ca două ecouri fine, cu mișcarea în diferite direcții în diastolă. Îngroșarea valvelor se recunoaște prin ecouri liniare, de diferite grosimi, uneori neregulate, ce pot apărea numai la o valvă sau la ambele.

Aprecierea formei geometrice a valvelor mitrale în diastolă, poate fi realizată folosind 2D–Eco. Această metodă s-a dovedit a fi foarte eficientă pentru estimarea gravității stenozei mitrale și în prezent este utilizată pe larg.

Insuficiența mitrală

Insuficiența mitrală este o tulburare caracteristică prin regurgitația sângelui din ventriculul stâng în atriu în timpul sistolei, datorită închiderii incomplete a orificiului mitral.

Refluxul sistolic în atriul stâng determină dilatația de umplere a acestuia. În același timp, în diastolă, ventriculul stâng va fi încărcat cu o cantitate sporită de sânge atrial, suferind o dilatație și hipertrofie de umplere, ce afectează inițial calea de intrare.

Examenul radiologic descoperă mărirea de volum a cavității stângi. În poziție frontală se observă conturul dublu al marginii drepte dat de atriul stâng mărit. Dacă mărirea atriului stâng se face și înspre stânga, segmentul trei (urechiușa atriului stâng) se va bomba pe marginea stângă a inimii (fig. 97).

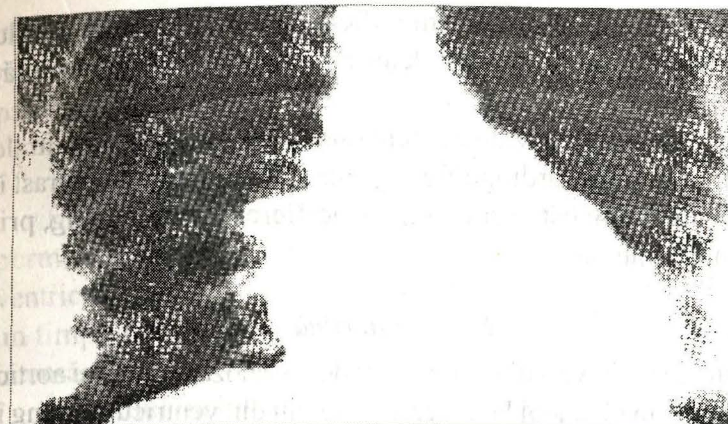


Fig. 97. Insuficiență mitrală. Mărirea de volum a atriului și ventriculului stâng. Dublu contur al marginii drepte dat de atriul stâng mărit.

Evidențierea unuia dintre atriile stângi dilatat este unul din principalele semne radiologice, care permite de fapt stabilirea diagnosticului. De aceea, în cazurile în care el nu este vizibil pe marginea dreaptă, examenul în OAD cu esofag baritat este foarte important (fig. 96*c*). Ventriculul stâng este alungit și mai bombat. Expansiunea sistolică a atriului stâng prezentă la examenul radioscopic sau la radiokimografie constituie un semn important (fig. 98).

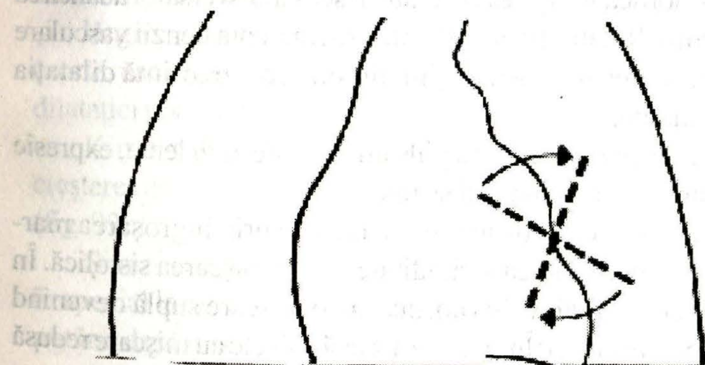


Fig. 98. Insuficiență mitrală. Expansiune sistolică a atriului stâng stabilită la examenul radioscopic (schemă).

Ecocardiografic, afară de modificările morfologice ale atriului şi ventriculului stâng se poate determina existenţa unei regurgitări mitrale.

Când trebuie precizate existenţa sau lipsa insuficienţei mitrale, se recurge la angiocardiografie. Injectarea substanţei de contrast în ventriculul stâng este urmată de opacifierea atriului stâng, prin regurgitaţie mitrală.

Stenoza aortică

Este un viciu valvular, constituit de o stenozare a valvei aortice care opune un obstacol la trecerea sângelui din ventriculul stâng în aortă. Hemodinamic se creează o încărcare de rezistenţă a ventriculului stâng, care afectează iniţial calea de ieşire a acestuia. Calea de intrare este afectată mult mai târziu, ca în toate formele dilataţiei de rezistenţă. Un element aproape constant este dilataţia dinamică (ulterior fixată anatomic) a aortei ascendente explicată prin acţiunea de izbire a jetului de sânge expediat cu forţă de către ventriculul stâng hipertrofic, prin orificiul îngustat. Cât timp dilataţia ventriculului stâng se limitează la calea de ieşire, aspectul radiologic se menţine în limite normale. Vom evidenţia cel mult o rotunjire şi o alungire a arcului inferior stâng. Coafectarea căii de intrare duce la configuraţie aortică – lărgirea cordului în sens transversal şi adâncirea golfului inimii. Relativ frecventă este proeminenţa benzii vasculare în porţiunea superioară a marginii drepte, care exprimă dilataţia aortei ascendente.

Kimografic, se evidenţiază pulsaţii mai rare, mai lente, expresie a pulsului tardiv şi a prelungirii sistolei.

Ecografic stenoza aortică se recunoaşte prin îngroşarea marcată a valvelor, deformarea şi rigiditatea lor în mişcarea sistolică. În sistolă, în mod normal, valva aortică are o mişcare suplă devenind paralelă cu pereţii aortei. În stenoza aortică valvele au mişcare redusă în sistolă determinând astfel gradul stenozei.

M-Eco în stenoza aortică este deosebit de utilă pentru aprecierea gradului de hipertrofie ventriculară, a performanţei sistolice şi diastolice a ventriculului stâng, precum şi a evoluţiei acestor parametri în timp.

Insuficienţa valvulară aortică

Închiderea defectuoasă a valvulelor aortice în timpul diastolei permite reluarea unei cantităţi variabile de sânge din aortă în ventriculul stâng. Această valvulopatie este de obicei bine tolerată un timp îndelungat, permiţând o activitate fizică uneori chiar intensă.

În stadiul incipient de dilataţie pură a căii de ieşire a ventriculului stâng, imaginea radiologică a cordului poate fi normală. Uneori se evidenţiază o alungire şi o proeminenţă a arcului inferior stâng, fără mărirea diametrului transversal al cordului.

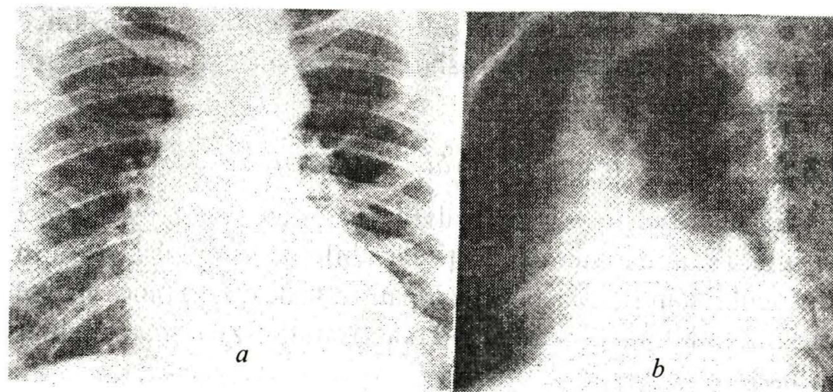
Odată cu dilatarea căii de intrare se realizează aspectul clasic de configuraţie aortică (fig. 99*a*). Lărgirea căii de intrare duce la lărgirea cordului în sens transversal şi la rotunjirea puternică a arcului inferior stâng, care poate ajunge uneori până la peretele lateral toracic. În OAS calea de intrare a ventriculului stâng proemină mult în spaţiul retrocardiac, acoperind coloana vertebrală (fig. 99*b*).

Lărgirea dinamică a aortei determină proeminenţa butonului, care contribuie la adâncirea golfului cardiac. Foarte frecvent întâlnim şi o lărgire a pediculului vascular, datorită arcului superior drept (aorta ascendentă). De asemenea, aorta descendentă datorită dilataţiei poate deveni vizibilă în golful cardiac.

Kimografia, ca de astfel şi examenul radioscopic, evidenţiază creşterea amplitudinii pulsaţiilor la nivelul arcului ventriculului stâng (fig. 99*c*).

Şi mai caracteristice sunt croşetele care se evidenţiază la aortă, în special la nivelul butonului, croşete care sunt deosebit de ample, putând depăşi pe cele ale ventriculului.

Diagnosticul de insuficienţă aortică M-Eco se bazează pe aşa semne indirecte ca: modificări ale valvei mitrale, încărcare de volum



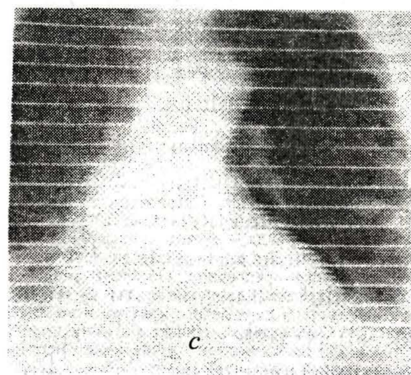


Fig. 99. Insuficiență valvulară aortică. Configurație aortică cauzată de mărirea apreciabilă a ventriculului stâng (*a*), bine vizibilă și în OAS (*b*), lărgirea aortei. Kimograma (*c*) arată pulsații de amplitudine considerabil crescută la nivelul arcului ventricular stâng, aortei ascendente și butonului aortei.

a ventriculului stâng și uneori modificări nespecifice ale valvelor aortice. Valva mitrală are modificări aproape patognomonice în insuficiența aortică. Cea mai caracteristică și mai constantă modificare este flutterul diastolic ce apare pe valva mitrală anterioară. Flutterul se evidențiază ca oscilații de înaltă frecvență, de dimensiuni egale și fine. Aceste oscilații sunt produse de jetul regurgitant din aortă care lovește valva anterioară deschisă în aceste momente, făcând-o să vibreze.

2D-Eco este utilă în aprecierea etiologiei insuficienței aortice, anumite forme etiologice având un aspect ecocardiografic caracteristic.

Angiocardiografia stabilește o insuficiență aortică când cateterul introdus pe cale arterială este împins retrograd până ajunge în porțiunea inițială a aortei. Substanța de contrast injectată în aortă deasupra valvelor sigmoidiene pătrunde în ventriculul stâng odată cu regurgitarea sângelui.

Leziunile orificiului tricuspid

Aceste leziuni au o importanță practică redusă, deoarece sunt relativ rare. Aproape totdeauna ele se asociază cu leziuni endocardiace mitrale sau aortice. Explorarea intracavitară și chirurgicală a arătat că aproximativ 10% din leziunile mitrale reumatice sunt însoțite de stenoze ale valvei tricuspide.

Insuficiența tricuspidă este în marea majoritate a cazurilor funcțională prin dilatația inelului valvei tricuspide. În cazurile de leziuni organice ea însoțește de obicei o leziune mitrală de natură reumatică. Formele pure sunt de cele mai multe ori congenitale. În cazurile asociate (leziuni tricuspide și mitrale sau leziuni triorificiale), participarea

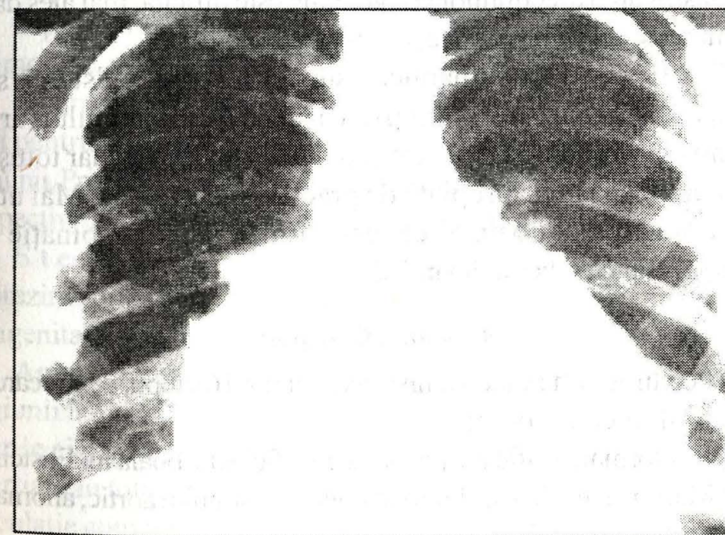


Fig. 100. Configurație realizată de stenoză și insuficiența tricuspidă.

unei componente tricuspide este marcată de o mărire apreciabilă a cordului drept, în special a atriului respectiv.

Nu există semne radiologice tipice care să permită o diferenţiere precisă între insuficienţa şi stenoza tricuspidă.

În literatură e descrisă aşa-numita "configuraţie tricuspidă" (fig. 100) caracterizată prin:

– lărgirea, alungirea şi rotunjirea arcului inferior drept, cu mărire spre dreapta a diametrului transversal al cordului;

– transparenţa accentuată a câmpurilor pulmonare din cauza reducerii curentului circulator;

– semne de stază în circulaţia mare (dilatarea spre dreapta a pediculului vascular, ridicarea hemodiafragmului drept).

Afecţiunile cardiovasculare congenitale

Tehnica de explorare a inimii şi vaselor mari a făcut mari progrese care permit astăzi un diagnostic precis în marea majoritate a cazurilor de cardiopatie congenitală.

Clasificarea afecţiunilor congenitale este dificilă, mai ales dacă ea urmăreşte scopuri practice, clinico-radiologice.

Clasificarea hemodinamică este edificată pe existenţă sau absenţă de scurtcircuite (şunturi), cât şi pe forma şuntului (arteriovenos sau venoarterial). Are şi unele dezavantaje, dar totuşi o considerăm cea mai apropiată de practica radiologică. Mai utilă pentru practica de toate zilele este următoarea combinaţie de clasificări clinică şi hemodinamică.

Anomalii fără şunt

a) Poziţii anormale ale inimii şi vaselor mari (ectopii, dextrocardii, anomalii ale arcului aortic);

b) Malformaţii orificiale (stenoze, insuficienţe, boala lui Ebstein);

c) Malformaţii ale vaselor mari (stenoza istmului aortic, anomalii de implantare a venelor).

Anomalii cu şunt

a) Arteriovenos (fără cianoză): comunicaţia interatrială şi interventriculară, persistenţa de canal arterial.

b) Venoarterial (cu cianoză): trilogia şi tetralogia Fallot, complexul Eisenmenger, transpoziţii de diverse tipuri ale vaselor mari.

Anomalii congenitale fără şunt

M a l f o r m a ţ i i l e o r i f i c i a l e. Stenozele şi insuficienţele orificiale de origine congenitală ale cordului nu diferă în linii mari din punct de vedere hemodinamic de cele dobândite (viciul mitral, aortic şi tricuspid). De aceea, în formele lor simple, nu se vor deosebi pe imaginea radiologică.

S t e n o z a a r t e r e i p u l m o n a r e se întâlneşte destul de frecvent în afecţiunile de natură congenitală, dar numai în 10% din cazuri apare ca o manifestare izolată.

Încărcarea de rezistenţă a ventriculului drept determină o configuraţie mitrală obişnuită, cu proeminenţă puternică a trunchiului arterei pulmonare, dar cu aspect normal al vaselor pulmonare.

Lipsa de mărire a atriului stâng, lipsa dilatării ramurilor arterei pulmonare, permite excluderea unei stenoze mitrale.

Examenul Eco-Doppler este util la bolnavii cu stenoză pulmonară atât pentru diagnosticul stenozei, cât şi pentru aprecierea gradului leziunii. Prin Eco-Doppler pulsativ se poate aprecia nivelul obstacolului respectiv, dacă el este valvular, supravalvular sau subvalvular.

S t e n o z a a r c u l u i a o r t i c (c o a r c t a ţ i a aortei) reprezintă după diverse statistici 8–14% din totalitatea anomaliilor congenitale, fiind însoţită în circa o treime din cazuri de alte vicii.

Anatomic este vorba de îngustarea, hipoplazia sau aplazia regiunii istmice a aortei. Deci aorta descendentă, împreună cu ramurile ei pentru jumătatea inferioară a corpului, este deconectată (parţial sau total) de la curentul circulator obişnuit. Se va realiza o circulaţie compensatorie prin vasele brahiocefalice şi ramurile lor, care stabilesc anastamoze cu ramurile aortei descendente (fig. 101).

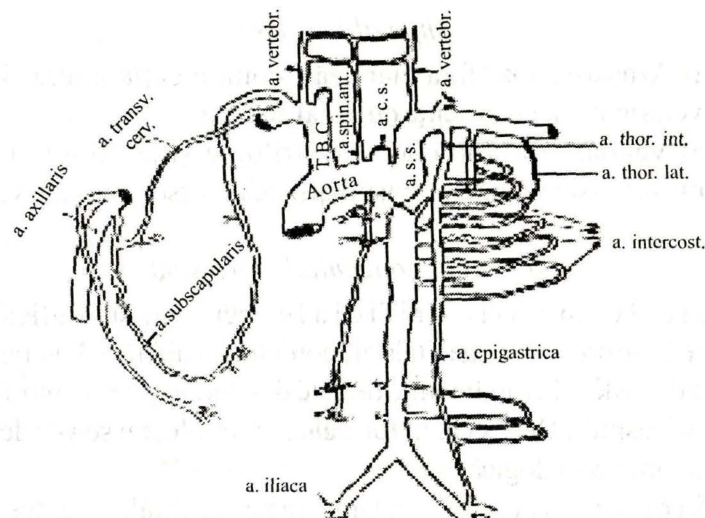


Fig. 101. Coarctația aortei (stenoza arcului aortic). Circulație compensatorie (schemă).

Principala cale de anastamoză pornește de la arterele mamare interne (ramuri ale subclaviculareIor) spre arterele vertebrale, intercostale și epigastrale (ramuri ale aortei descendente). În acest fel, partea inferioară a corpului este irigată prin această circulație colaterală, vizibilă deseori la simpla inspecție a toracelui.

Modificarea imaginii radiologice este determinată de încărcarea de rezistență a ventriculului stâng și de dezvoltarea circulației colaterale care duce prin dilatarea arterelor intercostale la atrofii prin presiune ale marginilor inferioare ale coastelor. Cordul este moderat mărit spre stânga, cu un arc inferior stâng alungit și proeminent realizând o configurație aortică.

În OAS aorta ascendentă este puternic dilatată, uneori anevrismal.

M-Eco nu aduce elemente directe de diagnostic, dar evidențiază hipertrofia ventriculului stâng și poate elimina alte cauze de hipertrofie cum ar fi: stenoza aortică valvulară sau cardiomiopatia hipertrofică.

2D-Eco poate vizualiza direct coarctația, care apare ca o diminuare a diametrului lumenului aortic, iar locul coarctației se

vizualizează ca o zonă mai ecogenă decât structurile din jur, datorită țesutului de colagen mai bogat. Vasele de deasupra coarctației sunt mai dilatate.

Anomalii congenitale cu șunt arteriovenos (fără cianoză)

Defectul de sept atrial. Persistența de foramen oval (deschis în mod normal până la câteva săptămâni după naștere) se găsește în 17–30% din totalitatea cazurilor supuse necropsiei și, în general, nu prezintă nici o importanță practică, dacă nu se asociază cu alte vicii congenitale sau dobândite. Numai defectele prin persistența unui *ostium primum* sau *secundum* pot fi considerate ca veritabile malformații în dezvoltarea septului și prezintă 8,3% din viciile congenitale apărând izolat în circa 1/5 din cazuri. De obicei, aceste defecte sunt mari (cu diametrul de 4 cm sau mai mult), astfel încât au urmări importante hemodinamice prin crearea unui șunt stânga-dreapta, care poate reprezenta 25–60% din volumul de sânge al atriului stâng (fig. 102).

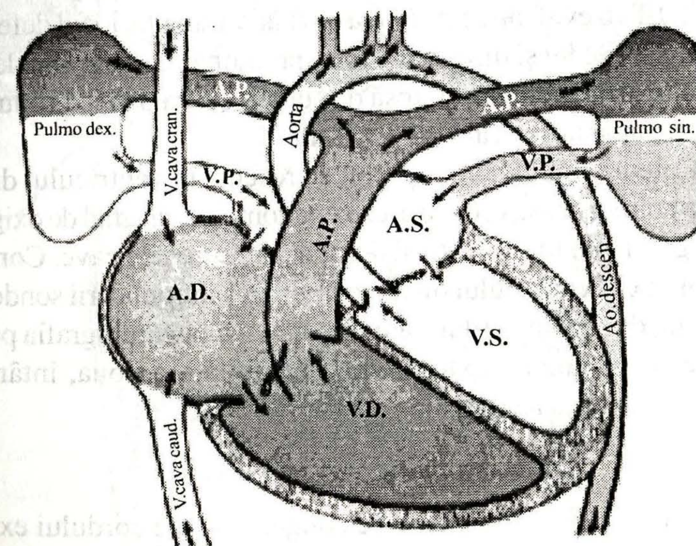


Fig. 102. Defect de sept atrial (schemă).

Astfel rezultă o încărcare de umplere a cordului drept, cu dilatarea cavităților sale și a arborelui arterial pulmonar. Concomitent, se poate observa uneori o reducere a debitului cordului stâng. Creșterea marcată de presiune în atriul drept poate inversa temporar șuntul, producând cianoza.

Radiologic imaginea cardiacă apare mărită spre dreapta și stânga (datorită deplasării ventriculului stâng spre stânga) în grade diferite și prezintă o proeminență accentuată a arterei pulmonare. Se realizează deci o configurație tricuspidă cu o mică dilatație a atriului stâng. Forma cordului este puțin caracteristică la copii, la care ia de obicei un aspect globulos cu un pedicul vascular scurt.

Hilurile sunt mult mărite, desenul pulmonar foarte accentuat, cu caracter de hiperemie, subliniat de evidențierea kimografică a pulsațiilor proprii.

Examenul în oblice arată un atriu și ventriculul drept mărit, cu un con al pulmonarei puternic proeminent.

Ventriculul stâng apare mic, iar aorta de obicei îngustă.

2D-Eco evidențiază mărirea cavităților drepte, locul defectului, dimensiunile lui și dilatarea arterei pulmonare. Ecografic defectul septului atrial apare ca o lipsă de substanță, ca o discontinuitate a ecoului liniar normal al septului atrial.

Cateterismul arată o presiune crescută în ventriculul drept și artera pulmonară și, ceea ce este patognomonic, un grad de oxigenare a sângelui mai mare în atriul drept decât în venele cave. Controlul radiologic al cateterului oferă posibilitatea introducerii sondei prin defectul de sept în cordul stâng și aortă. Angiocardiografia pune în evidență pe lângă dextrograma obișnuită o a doua, întârziată, concomitentă cu levograma.

Defectul de sept ventricular

În circa 27% din maladiile congenitale ale cordului există o comunicație interventriculară, datorită unui defect septal. Diametrul orificiului anormal este variabil, de obicei nu depășește însă 2–3 cm.

H e m o d i n a m i c rezultă un șunt stânga-dreapta, datorită diferenței de presiune dintre ventricule (fig. 103), și încărcarea de umplere a ventriculului drept și a circulației pulmonare. Reîntoarcerea unei cantități sporite de sânge în cordul stâng va produce și încărcarea de umplere moderată a acestuia. Rareori, creșterea presiunii în cordul drept, mai ales în cazul unei decompensări a acestuia, determină inversarea șuntului, deci cianoza.

R a d i o l o g i c, aspectul cordului este în unele cazuri normal sau prezintă o proeminență discretă a arterei pulmonare. În cazuri mai grave, cordul se dilată spre dreapta și spre stânga și ia un aspect mitral. Pulmonara poate fi puternic dilatată în formele cu defectul de sept situat sus, în care sângele din ventriculul stâng trece direct în această arteră. Hilurile sunt în asemenea cazuri mărite, iar desenul pulmonar accentuat, cu aspect hiperemic.

Examenul în oblice arată un ventricul drept mare, cu un con al

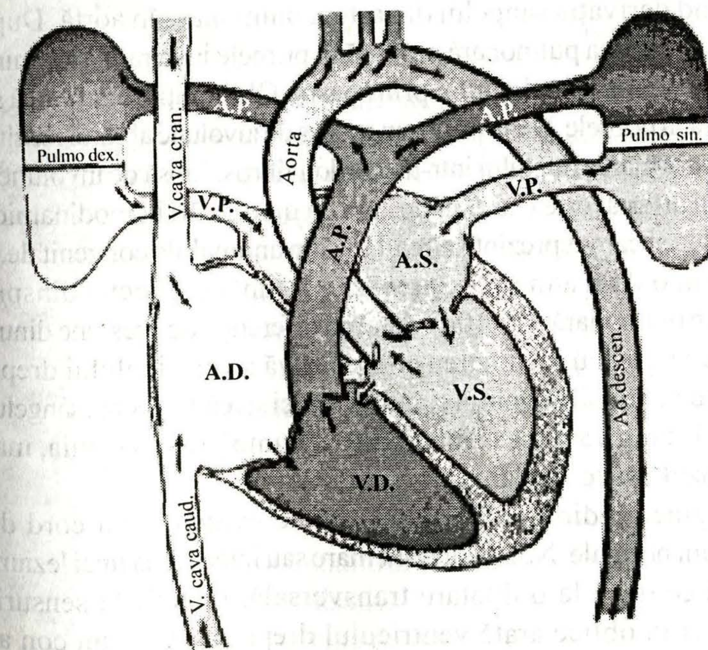


Fig. 103. Defect de sept ventricular (schemă).

pulmonarei proeminent. Cordul stâng apare mărit, iar aorta de obicei îngustă.

2D-Eco este metoda care vizualizează direct defectul şi facilitează măsurarea dimensiunilor acestuia.

Cateterismul stabileşte un conţinut mai mare de oxigen în sângele din ventriculul drept faţă de cel din atriul drept. Controlul radiologic al cateterului indică posibilitatea introducerii sondei prin defectul de sept în ventriculul stâng şi aortă. Angiocardiografia evidenţiază o dextrogramă tardivă şi incompletă (interesând numai ventriculul drept), concomitentă cu levograma. Introducerea selectivă a substanţei de contrast în ventriculul stâng evidenţiază pătrunderea ei în ventriculul drept.

Persistenţa canalului arterial

Ductul lui Batall este o formaţiune normală în viaţa intrauterină, asigurând derivaţia sângelui din artera pulmonară în aortă. După naştere, hematoza pulmonară produsă în primele inspiraţii determină ocluzia funcţională a ductului prin spasm. Obliteraţia anatomică se realizează în primele 3 luni, printr-un proces de involuţie al cărui rezultat este transformarea ductului într-un cordon fibros. Lipsa de involuţie a canalului arterial este o anomalie care dă modificări hemodinamice importante şi care reprezintă circa 11% din anomaliile congenitale.

H e m o d i n a m i c, se creează un şunt cu direcţia dinspre aortă spre pulmonară (fig. 104), datorită diferenţei de presiune dintre cele două vase, cu încărcarea consecutivă a ventriculului drept. Sporirea circuitului sanguin al circulaţiei mici şi reîntoarcerea sângelui în cordul stâng va duce la încărcarea de umplere a acestuia, mai ales în cazul unui canal larg.

Imaginea radiologică frontală poate evidenţia un cord de dimensiuni normale. Numai un şunt mare sau intervenţia unei leziuni miocardice duce la o dilatare transversală, în ambele sensuri. Examenul în oblice arată ventriculul drept mărit, cu un con al pulmonarei proeminent. Cordul stâng şi aorta de obicei mărite.

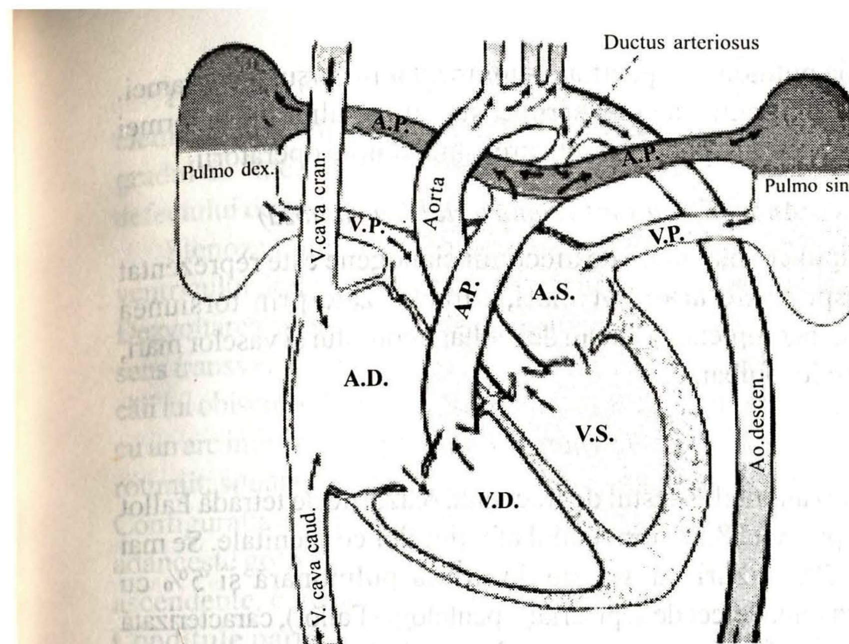


Fig. 104. Persistenţa canalului arterial (schemă).

Artera pulmonară este proeminentă, iar hilurile şi desenul pulmonar accentuat, cu caractere hiperemice. Pulsaţiile ventriculului stâng şi cele ale aortei sunt de obicei crescute. Kimografia evidenţiază la nivelul arcului pulmonarei croşete particulare "în treaptă", expresie a destinderii suplimentare a arterei prin jetul de sânge de ordine aortică.

M-Eco, în general, nu evidenţiază date utile pentru diagnosticul persistenţei canalului arterial, dar exclude eventual, unele afecţiuni ca leziunile valvulare aortice, care pun uneori probleme de diagnostic diferenţial la auscultare şi poate de asemenea arăta mărimea cavităţilor stângi.

2D-Eco este mult mai utilă pentru diagnostic, deoarece poate vizualiza direct canalul dacă acesta este ceva mai larg. În cazul când vizualizarea directă a canalului nu este posibilă se apelează la examenul Eco-Doppler pulsativ.

Angiocardiografia, după dextrograma obişnuită, evidenţiază

circulaţia pulmonară opacifiată suplimentar în cursul levogramei. Angiocardiograma în OAS permite stabilirea calibrului şi formei ductului necesare pentru practicarea intervenţiei operatorii.

Anomalii cu şunt venoarterial (cu cianoză)

Grupul cel mai mare de afecţiuni cianogene este reprezentat de transpoziţiile arterelor mari, caracterizate prin torsiunea vicioasă, incompletă, în cursul dezvoltării cordului şi vaselor mari, a trunchiului bulbar.

Tetralogia Fallot

Este o anomalie destul de frecventă (cazurile de tetradă Fallot tipică reprezintă 8,5% din totalul afecţiunilor congenitale. Se mai adaugă 3% cazuri cu atrezie de arteră pulmonară şi 5% cu asocierea unui defect de sept atrial – pentalogia Fallot), caracterizată prin: defect de sept interventricular, aorta în dextropoziţie, cu emergenţă pe acest defect ("călare pe defect") şi stenoza valvulară a arterei pulmonare. Al patrulea element, dilataţia şi hipertrofia ventriculului drept este consecinţa stării hemodinamice realizate.

Tabloul clinic este dominat de cianoza determinată de amestecul de sânge venos şi arterial în aortă la care contribuie şi stenoza arterei pulmonare. În circa 1/3 din cazuri cianoza se manifestă de la naştere, dar de obicei ea se determină în primii 2 ani de viaţă.

H e m o d i n a m i c, principalele consecinţe ale anomaliei sunt suportate de ventriculul drept, care se dilată considerabil pentru a învinge stenoza arterei pulmonare. Prezenţa defectului de sept ventricular, creează pentru ventriculul drept o cale suplimentară, anormală, de evacuare prin aortă. De aceea, când această cale este predominantă, sensul dilataţiei ventriculului drept va fi neobişnuit, amintind pe cel al căii de ieşire a ventriculului stâng. Acest lucru diferenţiază net tetralogia Fallot de restul dilatărilor de rezistenţă ale ventriculului drept şi explică şi configuraţia particulară ce se realizează de cele mai multe ori.

I m a g i n e a r a d i o l o g i c ă a cordului depinde de două elemente fundamentale: gradul de stenoză al arterei pulmonare şi gradul de "încălecare" a aortei peste ventriculul drept, la nivelul defectului de sept.

Stenoza pulmonară obligă cea mai mare parte a sângelui din ventriculul drept să ia calea aortei, prin defectul de sept (fig. 105). Dezvoltarea acestei căi de ieşire determină dilataţia ventriculului în sens transversal spre stânga, dilataţie la care participă şi alungirea căii lui obişnuite de intrare. Se realizează astfel o configuraţie aortică, cu un arc inferior stâng mult dezvoltat spre stânga, cu vârful cordului rotunjit, situat deasupra diafragmei, aşa-numitul "coeur en sabot". Configuraţia este accentuată de hipoplazia arterei pulmonare care adânceşte golful cardiac, precum şi de pe poziţia dreaptă a aortei ascendente, care determină convexitatea arcului superior drept. Condiţiile particulare de dezvoltare a ventriculului drept, care deplasează posterior şi însuşi ventriculul stâng, fac ca în OAS conturul posterior al cordului să fie proeminat mult, depăşind coloana vertebrală. În acest mod simularea unei dilataţii a ventriculului stâng

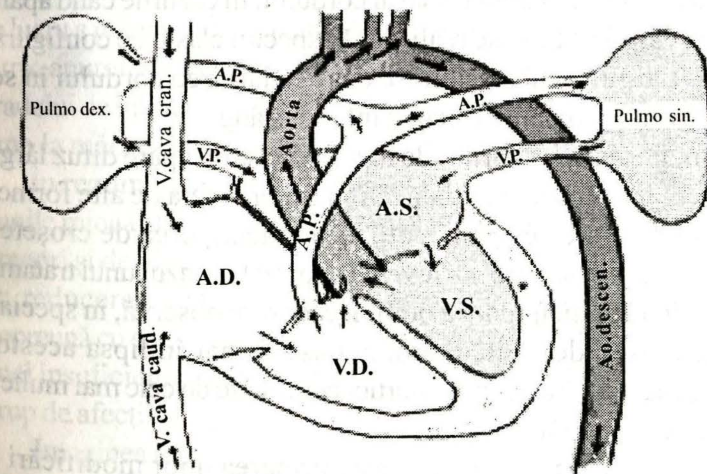


Fig. 105. Tetralogia Fallot (schemă).

este în multe cazuri desăvârşită. Hilurile foarte îngustate şi desenul pulmonar sărac realizează aspectul de oligemie descris la capitolul modificărilor elementare.

Ecocardiografic, diagnosticul constă în evidenţierea defectului septal ventricular, a originii aortei din ambii ventriculi şi a stenozei pulmonare.

Angiocardiografia evidenţiază opacifierea aortei în dextrogramă, concomitent cu cea a vaselor pulmonare înguste, element decisiv pentru diagnostic.

Afecţiunile hemodinamice prin cauze extracardiace

Cordul hipertensiv. Indiferent de cauza care produce creşterea presiunii arteriale în circulaţia mare se va realiza întotdeauna o imagine radiologică asemănătoare a cordului, determinată de încărcarea de rezistenţă a ventriculului stâng.

În stadiul incipient de dilataţie pură a căii de ieşire a ventriculului stâng, imaginea radiologică a cordului poate fi normală. Uneori se evidenţiază o alungire şi o proeminenţă a arcului inferior stâng, fără mărirea diametrului transversal al cordului. În cazurile când apare şi dilataţia căii de intrare se realizează aspectul clasic de configuraţie aortică. Lărgirea căii de intrare duce la lărgirea cordului în sens transversal şi la rotunjirea arcului inferior stâng.

În majoritatea cazurilor de hipertonie aorta apare difuz lărgită, îndeosebi porţiunea ei iniţială. Diferenţierea faţă de alte forme de dilataţie dinamică este marcată prin evidenţierea de croşete de amplitudine redusă care pot reveni la normal în cazul unui tratament eficace, în faza incipientă a bolii. Deseori se observă, în special la nivelul crosei, depozite ateromatoase. Chiar în lipsa acestora, calcificarea difuză a pereţilor aortici contribuie de cele mai multe ori la creşterea opacităţii vasului.

Cordul pulmonar este urmarea unor modificări ale circulaţiei mici prin procese parenchimatoase pulmonare sau prin

leziuni ale vaselor, care duc la hipertensiune arterială şi la încărcarea de rezistenţă a ventriculului drept (scleroze şi fibroze pulmonare de cauze variate, bronşectazii etc.).

Hemodinamic: se produce în toate cazurile o dilataţie şi hipertrofie de rezistenţă a ventriculului drept.

Imaginea radiologică va fi modificată prin lărgirea şi alungirea căii de ieşire a ventriculului drept, prin dilataţia şi ridicarea conului şi a arterei pulmonare. Se va realiza deci, prin umplerea golfului, o configuraţie mitrală. În afara modificărilor siluetei cardiace, cordul pulmonar este caracterizat şi prin semnele radiologice ale hipertensiunii arteriale în circulaţia mică. Diagnosticul diferenţial cu o leziune mitrală este totdeauna posibil, prin lipsa atriului stâng mărit.

Afecţiunile miocardului

Diferite procese infecţioase, toxice, metabolice pot altera troficitatea miocardului. De cele mai multe ori este vorba de afecţiuni generale care se reflectă asupra fibrei musculare cardiace prin determinarea, sub formă acută sau cronică, de leziuni reversibile sau ireversibile ale acesteia. În consecinţă se constată reducerea capacităţii de lucru a miocardului. Creşterea volumului de sânge rezidual permite într-o anumită măsură menţinerea debitului circulator prin creşterea gradului de întindere iniţială a fibrei miocardice, conducând în acelaşi timp la mărirea cavităţilor cardiace – dilataţia miogenă.

În rezumat, ceea ce trebuie să fie reţinut este faptul că afecţiunile miocardului se caracterizează prin tipul miogenic de dilataţie (uneori şi de hipertrofie) a cavităţilor cardiace însoţite întotdeauna de reducerea contractibilităţii acestora. Acest ultim element, împreună cu creşterea volumului de sânge restant, realizează condiţiile unei insuficienţe circulatorii în grade diferite, caracteristică acestui grup de afecţiuni.

Imaginea radiologică a modificărilor în afecţiunile miocardului se reflectă prin mărirea globală a cordului, exprimată prin aşa-numita

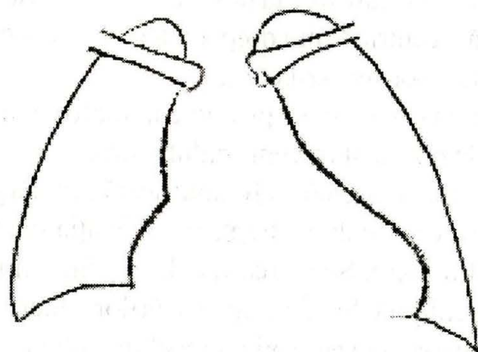


Fig. 106. Configurație miopatică (schemă).

"configurație miopatică": umbra cardiacă mărită în sens transversal, baza largă pe diafragm şi înălțimea diminuată, segmentația obişnuită ştearsă (fig. 106). Examenul în decubit sau în inspirație profundă evidențiază de asemenea un grad accentuat de deformare a imaginii în cursul acestor manevre.

Scăderea contractibilității miocardului se exprimă radiologic de obicei prin reducerea evidentă a amplitudinii pulsațiilor şi prin modificarea aspectului croşetelor pe kimogramă.

Foarte util este studiul amplitudinii pulsațiilor înainte şi după efort, mai ales la nivelul ventriculului stâng. În mod normal, după efort cordul se micşorează, iar pulsațiile lui devin mai ample. În cazul unei leziuni miocardice, excursiile pulsatorii scad.

Afecțiunile pericardului

Pentru înțelegerea modificărilor radiologice întâlnite în afecțiunile pericardului, sunt necesare unele precizări asupra particularităților anatomice şi funcționale ale acestuia.

După cum se ştie învelişul exterior al cordului este format din două foițe:

– internă (viscerală), subțire, aplicată direct pe cord şi rădăcina vaselor mari şi care se mulează pe toate accidentele suprafeței organului;

– externă (parietală), care prin stratul său fibros asigură fixarea

cordului în torace, datorită legăturilor intime cu centrul tendinos al diafragmei, cu pleura mediastinală, peretele toracic şi cu țesutul conjunctiv al mediastinului posterior. Aceste legături explică propagarea relativ frecventă a proceselor patologice de la pericard la organele vecine şi invers.

În mod normal învelişul pericardic al cordului nu este vizibil pe imaginea radiologică.

Afecțiunile pericardului pot fi descoperite radiologic numai în măsura în care ele modifică aspectul umbrei mediane prin:

– sporirea cantității de lichid intrapericardic, cu mărirea consecutivă a imaginii cordului;

– creşterea opacității foițelor pericardice prin îngroşarea lor fibroasă cicatriceală, însoțită de calcificări, care permit obținerea imaginii lor direct pe anumite porțiuni;

– alterarea proceselor dinamice ale cordului.

Afecțiunile pericardului se pot grupa în ordinea frecvenței în:

– afecțiuni inflamatoare şi anume pericardite exsudative şi pericardite uscate;

– afecțiuni neinflamatoare. În această categorie intră pneumopericardiile, hidropneumopericardul, diverticulii pericardici şi tumorile pericardului.

Dintre aceste afecțiuni, pericardita uscată nu prezintă elemente sigure pentru diagnosticul radiologic. Diverticulii şi tumorile pericardului sunt afecțiuni rare. Cel mai des se întâlnesc în practică pericarditele exsudative care se caracterizează prin prezența de lichid în cavitatea pericardică. Cauzele acestei afecțiuni sunt diferite: inflamatoare, toxice etc. Cantitatea şi repartiția lichidului în cavitatea pericardică este diferită.

În general, se admite că sub o cantitate de 400 ml nu se obține o imagine radiologică. Revărsările lichide mari (peste 500 ml) formează treptat o manta în jurul cordului, umplând toată cavitatea pericardică până la locul de răsfrângere a celor două foițe, deci până la baza vaselor mari. Distribuția lichidului este uniformă, el se

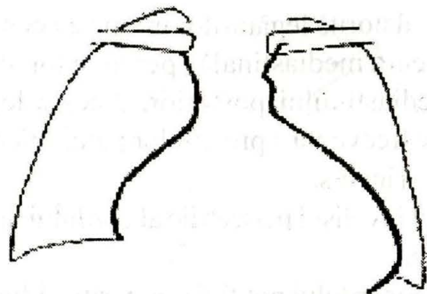


Fig. 107. Configurație realizată de revărsările pericardice mari.

acumulează mai mult în jumătatea stângă, în special la vârful cordului și a porțiunii supradiafragmatice, mai puțin în jumătatea dreaptă și pe peretele anterior, foarte puțin pe peretele posterior al jumătății drepte.

Pe imaginea radiologică de față, umbra cardiacă este lărgită în aceste cazuri bilateral, mai ales spre stânga și capătă în ansamblu un aspect triunghiular (fig. 107).

Modificarea formei cordului îmbracă un aspect caracteristic, și anume, se compară cu o garafă fără gât sau cu gâtul scurt.

Această imagine "de garafă" se datorește dispariției arcurilor de pe contururile imaginii cardiovasculare și scurtării pediculului vascular. Forma cordului în pericardita exsudativă se poate modifica la schimbările de poziție, dacă lichidul nu este închistat.

Imaginea radiologică de profil evidențiază o masă mare opacă care îngustează spațiul pre- și retrocardiac.

Pulsațiile cordului sunt foarte slabe sau complet dispărute. Este caracteristică discordanța dintre fenomenele pulsatorii ale arcului ventricular stâng reduse și pulsațiile de amplitudine normale ale butonului aortic, care nu este învelit în lichidul pericardic (fig. 108).

Datorită ecocardiografiei, diagnosticul prezenței lichidului pericardic se face în prezent cu ușurință și cu destul de multă siguranță, chiar și în cazul unor cantități mici de lichid.

Dacă există lichid cele două foițe pericardice se separă, pericardul visceral rămâne atașat de inimă, iar pericardul parietal se depărtează de acesta în raport cu cantitatea de lichid existentă.

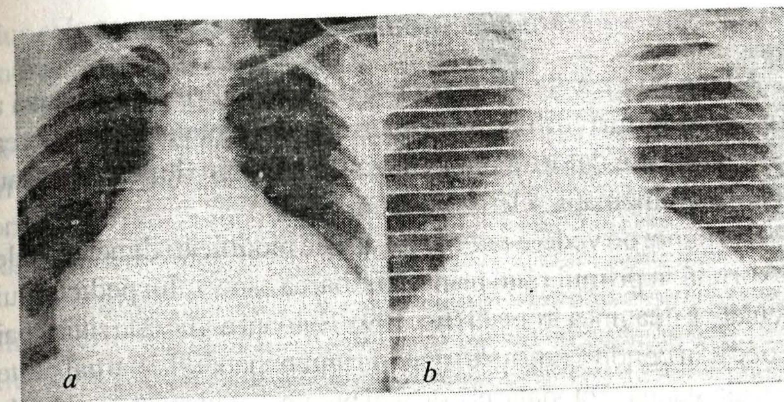


Fig. 108. Aspecte radiologice de revărsare a lichidului în pericard: *a* – aspect caracteristic de revărsare în cantitate mare; *b* – pulsațiile cordului complet dispărute și de amplitudini normale ale butonului aortic.

În mod normal, peretele anterior al ventriculului drept este în contact direct cu peretele toracic, iar peretele posterior al ventriculului stâng este în contact direct cu foițele pericardului. Pericardul parietal și pericardul visceral în M-Eco apar ca o singură structură, iar când sunt îngroșate – ca două ecouri. Dacă apare lichid, între cele două foițe pericardice se evidențiază spațiu fără ecouri, atât anterior, separând peretele anterior al ventriculului drept de peretele toracic, cât și posterior, separând pericardul visceral de cel parietal. Acest spațiu reprezintă lichidul pericardic și cu cât cantitatea de lichid crește, cu atât spațiul fără ecouri este mai mare.

Patologia aortei

Multe afecțiuni aortice evoluează clinic fără semne caracteristice. În descoperirea lor, examenul radiologic are un rol cu atât mai mare, cu cât el poate preciza chiar și forma, și întinderea leziunii.

Afecțiunile alterative proprii aortei pot determina următoarele modificări de aspect ale acesteia:

a) lărgirea și alungirea tubului aortic;
b) creșterea opacității pereților aortici;
c) modificarea proceselor dinamice ale vasului.

A l u n g i r e a ş i l ă r g i r e a d i f u z ă. Principala cauză a alungirii şi lărgirii difuze a aortei este reprezentată de reducerea elasticităţii sale datorită unor cauze funcţionale (hipertonie) sau anatomice (inflamaţii, scleroză, ateromatoză).

Din punct de vedere radiologic aceste modificări dimensionale se exprimă în primul rând prin schimbarea aspectului pediculului vascular pe imaginea frontală (fig. 109). Butonul aortic este situat mai sus decât în condiţii normale, uneori suprapunându-se parţial peste clavicula stângă. Totodată, el este mai puternic evidenţiat, raza lui de curbură fiind mărită. De cele mai multe ori descendenta este net vizibilă, ca o opacitate în bandă, care se proiectează în golful cardiac. În ansamblu, pediculul vascular apare deci alungit şi lărgit.

Examenul în OAS oferă cele mai bune condiţii de studiu al dilataţiei şi alungirii aortei toracice. Crosa aortică apare desfăşurată, cu raza de curbură mărită. Un segment de aspect oval al crosei aortei capătă formă de cerc, uneori turtit în sens cranio-caudal. Ascendenta are proeminenţe în spaţiul retro-sternal pe care-l îngustează, marginea superioară a crosei are o poziţie înaltă, iar porţiunea ei distală împreună cu descendenta, sunt situate posterior, peste opacitatea coloanei vertebrale.

De obicei, modificările dimensionale descrise ale aortei toracice

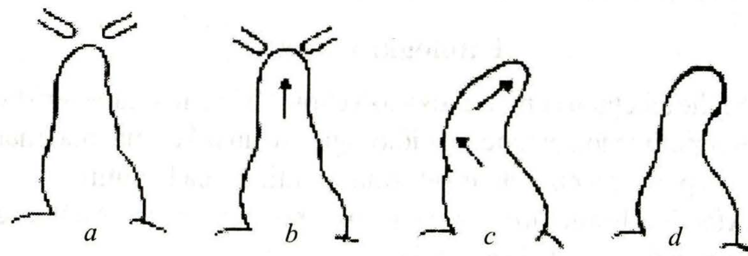


Fig. 109. Aspecte radiologice de modificări dimensionale ale aortei (schemă): *a* – norma; *b* – aortă alungită; *c* – aortă alungită şi lărgită. Butonul proeminent situat sus; *d* – depunerea de elemente calcaroase la nivelul butonului aortic.

duc şi la schimbarea poziţiei esofagului datorită relaţiilor spaţiale intime dintre cele două organe.

D i l a t a ţ i i c i r c u m s c r i s e (a n e v r i s m e a o r t i c e). Între simplele dilataţii circumscrise ale tubului aortic, întâlnite în special la ascendentă, şi anevrismele propriu-zise, caracterizate prin alterări structurale grave ale pereţilor vasului, există numeroase forme intermediare, determinate în parte de factorii etiologici.

În literatura clasică etiologia luetică este incriminată în circa 90% din cazurile de anevrism. Restul – 10%, sunt considerate ca urmări ale unor procese micotice, traumatice sau erozive externe, aterosclerozelor.

Din punct de vedere anatomopatologic, numărul de variante este practic nelimitat. Totuşi, se încearcă o clasificare a modificărilor aortei în următoarele tipuri fundamentale: fusiforme, cilindrice, sferice, sacciforme.

Anevrismele aterosclerotice sunt în general de dimensiuni moderate şi formă cilindrică. Cele de natură luetică pot îmbrăca întreaga gamă de aspecte descrise. Ca localizare, regiunea cea mai frecvent atacată este aorta ascendentă, restul segmentelor fiind interesate cu atât mai rar, cu cât sunt mai distale.

Examenul radiologic, care în majoritatea cazurilor permite recunoaşterea poziţiei, formei şi întinderii anevrismului, creează uneori probleme dificile de diagnostic diferenţial, cu adenopatii inflamatorii şi tumorale ale mediastinului, cu tumori benigne şi maligne pleurale, pulmonare, tiroidiene, pericardice, diverticuli esofagieni etc.

Modificarea opacităţii aortei poate fi în primul rând cauzată de lărgirea dimensiunilor acesteia, însoţită de sporirea cantităţii de sânge.

În al doilea rând, în modificarea opacităţii intervin procese alternative ale pereţilor, care duc la îngroşarea lor şi la depunerea de elemente calcaroase.

În ceea ce priveşte criteriile de stabilire a gradului opacităţii utilizate curent, ele sunt în cea mai mare parte subiective. Comparaţia cu intensitatea umbrei cordului sau a altor organe este suspectă din punctul de vedere al utilităţii practice.

Capitolul VI

RADIODIAGNOSTICUL AFECŢIUNILOR TUBULUI DIGESTIV

Radiologia este în prezent una din cele mai valoroase metode de laborator pentru diagnosticarea afecţiunilor tubului digestiv. Această metodă ne permite să obţinem numeroase date de ordin morfologic şi funcţional. Pe lânga aspectul morfologic al organelor, radiologia ne furnizeaza date şi asupra unor funcţii digestive aşa cum sunt, spre exemplu, motilitatea, tranzitul şi evacuarea diferitelor segmente ale tubului digestiv. Din punctul de vedere al datelor morfologice, radiodiagnosticul tubului digestiv pune în evidenţă în primul rând conturul intern al organelor şi ne permite uneori să tragem concluzii, pe cale indirectă, asupra conturului lor extern.

Examenul radiologic al tubului digestiv

Examenul radiologic pe gol (fără substanta de contrast). Examenul radiologic al tubului digestiv trebuie să înceapă cu o radioscopie pe gol. Se observă rapid toracele şi abdomenul. În felul acesta se pot obţine uneori date foarte importante pentru stabilirea diagnosticului (existenta unor calculi, imagini hidroaerice, modificări cardiopulmonare) (fig. 110). În unele cazuri (stenoze, perforaţii, ileus) examenul pe gol ne arată că este contraindicat în continuare examenul cu substanta de contrast.

Examenul radiologic cu substanţă de contrast. Deoarece organele tubului digestiv, datorită constituţiei lor apropiată de cea a organelor vecine, nu dau în mod obişnuit o

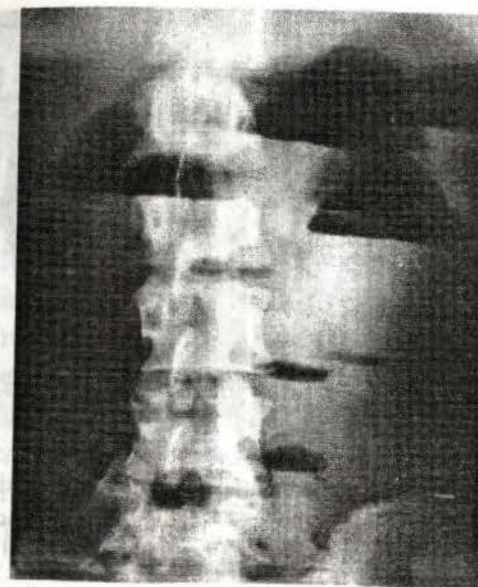


Fig. 110. Ocluzie intestinală. Imagini multiple hidroaerice.

absorbţie suficient de diferenţiată (fig. 111*a*), examenul fără administrarea substanţei de contrast evidenţiază aspecte concludente numai într-un număr limitat de cazuri. Prin introducerea unei substanţe radioopace în tubul digestiv se pun în evidenţă următoarele elemente: modul de umplere, localizarea, forma, calibrul, contururile diferitelor segmente (fig. 111*b*); forma şi structura pliurilor, precum şi aspectele funcţionale; peristaltismul, funcţia sfincterelor, tranzitul şi evacuarea substanţei opace. În scopul creării unei imagini proprii stomacului se foloseşte sulfatul de bariu chimic pur. Suspensia în apă trebuie preparată cu îngrijire, de preferinţă cu câteva ore înainte de examen, bine amestecată înainte de a fi ingerată. În mod obişnuit pentru examinarea stomacului se prepară o suspensie de 150 g sulfat de bariu în 200 ml apă.

Substanţa de contrast se poate administra per os, per clismam, prin sondă duodenală sau intestinală, prin fistule. În ultimul timp se încearcă utilizarea unor substanţe de contrast iodate hidrosolubile (Gastrografin) pentru examinarea cazurilor care prezintă atrezii, perforaţii, fistule etc.

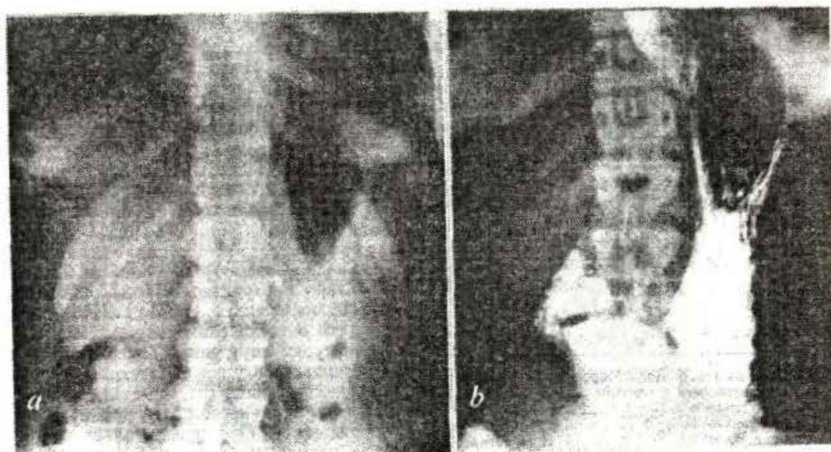


Fig. 111. Radiograma organelor cavității abdominale: *a* – radiograma stomacului fără substanță de contrast; *b* – radiograma stomacului după ingerarea a 200 ml de substanță de contrast. Stomac normal ortoton.

Pentru sugaci, suspensia baritată trebuie să fie foarte fluidă și preparată cu lapte de mamă.

Tubul digestiv poate fi examinat și cu substanțe de contrast transparente (negative). În acest scop se utilizează aer, oxigen sau bioxid de carbon. De obicei se insuflă aerul printr-o sondă introdusă în organul cercetat. Pentru examenul stomacului cu contrast transparent este suficientă uneori numai cantitatea de aer care se găsește în mod normal în fornix și care, prin diverse poziții ale bolnavului, poate fi adusă în segmentul pe care dorim să-l examinăm.

D u b l u l c o n t r a s t. În ultimul timp, pentru evidențierea detaliilor foarte fine ale tubului digestiv se utilizează metoda examinării cu dublu contrast (gaz și bariu). Această metodă se execută fie prin introducerea de gaz în segmentul cercetat cu ajutorul unei sonde, fie prin administrarea amestecurilor gazogene (bicarbonat de natriu – 2 g și acid tartric – 1,5 g sau o linguriță de ceai de urodan).

Bariul trebuie să se afle în segmentul interesat într-o cantitate relativ redusă. Gazul, destinzând pereții, proiectează bariul, evidențiind conturul și pliurile în cele mai fine amănunte.

Examenul cu dublu contrast este util pentru descoperirea unor formații vegetante care se evidențiază în lumenul organului sau pentru a obține informații cu privire la continuitatea conturului intern.

Pentru elucidarea problemei referitoare la existența unor leziuni parietal extramucoase se creează un contrast transparent și în spațiul perivisceral – pneumoperitoneum, care se obține prin introducerea a circa 1000 – 1500 cm^3 gaz în peritoneu, în raport cu volumul pacientului. După aproximativ 20–30 de minute se introduce gaz în stomac, de preferință prin sondă, sub controlul radioscopic pentru a putea fi întrerupt în caz de necesitate. În acest fel, peretele organului examinat se evidențiază prin contrastul gazos endo- și perivisceral (parietografie) atât prin conturul intern, cât și prin cel extern (fig. 112). Tomografia aduce un aport substanțial în aceste cazuri, deoarece contribuie la analizarea diverselor opacități care se sumează pe cea a organului examinat.

U t i l i z a r e a a g e n ț i l o r f a r m a c o l o g i c i s-a dovedit a fi foarte indicată atât pentru clarificarea unor probleme de diagnostic diferențial, cât și pentru satisfacerea unor condiții grele de examinare, care nu permit evidențierea leziunilor discrete prin examenul obișnuit.

Fig. 112. Parietografia stomacului. Peretele gastric se evidențiază clar pe toată întinderea datorită contrastului gazos din stomac și cavitatea abdominală.

Folosirea lor în unele împrejurări devine o parte obligatorie a examenului radiologic. Agenții farmacologici (prozerină, morfină, atropină, metacină etc.) pot modifica compartimentul tonusului, peristaltismului și evacuării într-un anumit moment al examenului radiologic.

P r e g ă t i r e a b o l n a v u l u i. Pacientul, care urmează să fie supus examenului radiologic gastrointestinal, trebuie să se abțină de la ingerarea oricăror lichide și alimente începând cu seara din ajunul examenului. El trebuie să renunțe în această perioadă și la fumat. Pentru a executa un examen în condiții bune este necesar ca mucoasa gastrică să fie "uscată" (lipsită pe cât e posibil, de secreție). De aceea este recomandabil ca examenele radiologice al tubului digestiv să se execute numai dimineața devreme, profitându-se de faptul că secreția este minimă în timpul nopții. În zilele precedente examenului trebuie să se renunțe la administrarea unor medicamente care pot modifica fiziologia tubului digestiv. Pentru examenul radiologic al esofagului nu este necesară o pregătire specială.

Pregătirea bolnavului pentru cercetarea intestinului gros are ca scop înlăturarea resturilor alimentare care pot modifica aspectul radiologic. Pentru aceasta, bolnavului i se recomandă un regim fără celuloză, de preferat hidric-zaharat, în preziua examenului. Tot în ajun se va face o clismă și se va administra un purgativ. Se preferă uleiul de ricină, a cărui acțiune dispare după 6 ore și nu dă distonii sau imagini hidroaerice, care să modifice imaginea radiologică. A doua clismă i se face bolnavului cu două ore înainte de examenul radiologic, după ce el a luat masa de dimineață.

Anatomia radiologică și tehnicile speciale de examinare a segmentelor tubului digestiv

E s o f a g u l. Aspectele anatomo-fiziologice esofagiene sunt cunoscute; ele vor fi reamintite foarte pe scurt. Lungimea medie a esofagului este de 25 cm. Segmentul cervical continuă fără delimitare precisă prin cel toracal. De la hiatusul diafragmatic al esofagului începe

segmentul abdominal, lung de circa 3–4 cm, care se întinde până la cardie. Pe traiectul său se constată câteva îngustări fiziologice situate astfel: la joncțiunea faringo-esofagiană, la nivelul crosei aortice și la nivelul cardiei. Bolul alimentar se oprește în intervale scurte la aceste strâmtorări.

În proiecție directă (fig.113*a*), esofagul apare ca o bandă opacă ce se suprapune pe umbra mediană (constituită din suprapunerea opacităților sternului, coloanei vertebrale și conținutului mediastinal). În incidențele oblice, opacitatea esofagului apare în mediastinul posterior, între imaginea cardiovasculară și cea a coloanei vertebrale (fig. 113 *b*). Mucoasa esofagiană apare sub forma a 4–6 pliuri longitudinale (fig. 113 *c*). Patru pliuri mari, centrale, trec neîntrerupt prin cardie și continuă prin pliurile gastrice de pe mica curbură verticală.

Peristaltismul este vizibil radiologic de obicei în segmentele distale ale esofagului atunci când examenul este făcut în decubit sau cu pastă baritată.

E x a m e n u l r a d i o l o g i c se începe cu o observație rapidă a aspectului radiologic al câmpurilor pulmonare, al mediastinului posterior și al abdomenului. Bolnavul este apoi rotit în incidență OAD și i se dă o înghițitură de suspensie opacă. Se observă tranzitul

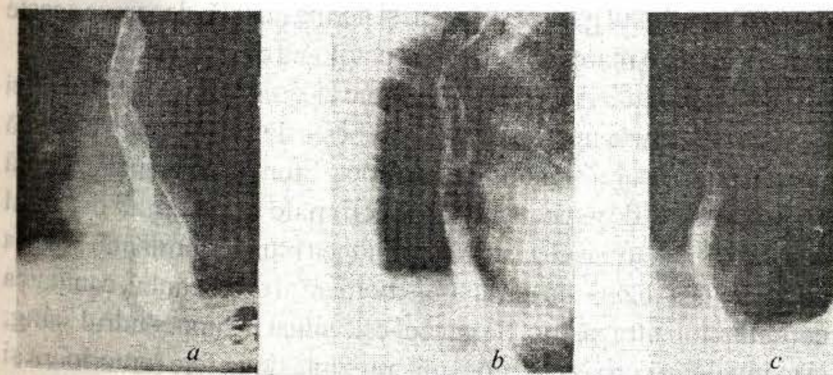


Fig. 113. *a* – esofag normal în proiecție directă; *b* –imaginea contururilor esofagiene în OAD; *c* – imagine de pliuri esofagiene.

faringoesofagocardial. Examenul esofagului este reluat apoi după studiul reliefului mucoasei gastrice. Se continuă astfel cu examenul radioscopic în incidență OAS (necesar pentru descoperirea unor modificări situate pe marginea dreaptă și fața anterioară), cu examenul în decubit, precum și în timpul unor deglutiții succesive, pentru a se obține o imagine în repleţiune. Deplasările esofagului se studiază pe imaginea de față. Esofagul distal necesită un examen riguros. Pentru a observa mai lesne acest segment, cerem bolnavului să inspire adânc imediat după deglutiție. În felul acesta tranzitul încetinește.

Alegerea consistenței substanței opace se face după caracterul modificărilor patologice pe care le constatăm la examenul cu substanță opacă fluidă. Pasta baritată este indicată pentru studiul radiologic al reliefului de mucoasă, al tranzitului, al peristaltismului și supleței pereților esofagieni. Se poate obține o imagine în dublu contrast atunci când bolnavul înghite dintr-o dată o lingură de masă cu suspensie baritată consistentă. Se observă o bulă de aer, înghițită o dată cu substanța opacă și care face contrast cu pelicula opacă ce acoperă mucoasa după trecerea bolului de bariu (fig. 113*b*).

Un examen radiologic obișnuit esofagogastric trebuie să cuprindă neapărat și cercetarea bolnavului în decubit dorsal și ventral pentru a descoperi refluxul gastroesofagian și hernia hiatală, deoarece aceste modificări au o mare importanță în patologia digestivă.

S t o m a c u l. Aspectul radiologic al stomacului în cazul unei laparatomii sau la necropsie se deosebește de cel obișnuit, datorită prezenței tonusului și motilității gastrice. Stomacul normal prezintă o variabilitate de aspecte morfofuncționale care depind de: tipul constituțional, tonusul gastric și presiunea intraabdominală, poziția și incidența utilizată într-un anumit moment al examenului, cantitatea conținutului intragastric. Stomacul este situat în hipocondrul stâng; este învelit în seroasa peritoneală; prezintă două fețe (anterioară și posterioară) și două curburi. Curbura mică, începând de la cardie până la pilor, este regulată, elastică și extensibilă sub acțiunea undelor

peristaltice; trecerea acestora o modifică doar pe o durată limitată. De asemenea, prin diverse manevre, curbura mică își poate modifica aspectul. Curbura mare, începând de sub fornix și până la pilor, este și ea elastică, modificată de peristaltism și de diverse manevre de examinare; ea prezintă un contur aparent neregulat, cu mici ondulări, ce constituie amprenta mucoasei care trece la acest nivel de pe fața anterioară gastrică spre cea posterioară. La examenul radiologic al stomacului normal se observă următoarele: segmentul gastric proximal apare imediat sub cupola hemidiafragmului stâng, punctul cel mai decliv al organului se proiectează în apropierea unei linii ce unește crestele iliace, segmentul gastric distal se proiectează în apropierea marginii drepte a coloanei vertebrale lombare. Cu unele excepții, se poate recunoaște radiologic o porțiune gastrică aproape verticală și una aproape orizontală, ușor ascendentă de la stânga la dreapta și dinainte înapoi (fig. 114*a*). Între aceste două porțiuni, pe mica curbură se formează un unghi cu deschidere variabilă. La indivizii de tip longilin-astenic sau cu un tonus scăzut al musculaturii abdominale, punctul decliv gastric, situat jos, prezintă un ungi ascuțit dintre mica curbură și direcția predominant verticală a segmentului distal al pilorului și bulbului duodenal (fig. 114*b*). Indivizii cu baza toracelui largă (bărbați de tip picnic și atletic) au un

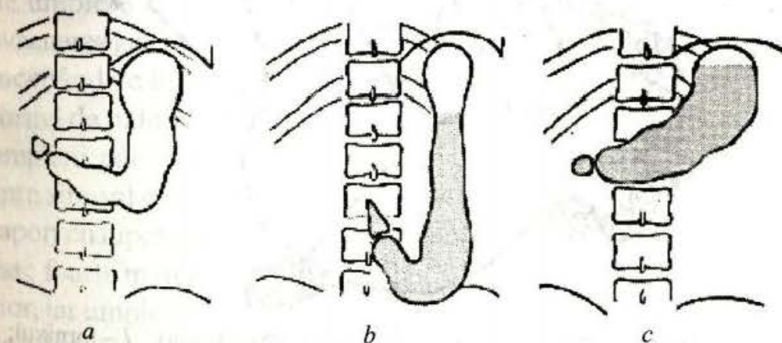


Fig. 114. Poziția stomacului în funcție de constituție (schemă):
a – la normostenici; *b* – la astenici; *c* – la hiperstenici.

stomac mic, situat sus, cu unghi deschis la nivelul micii curburi şi cu o direcţie predominant anteroposterioară sau de sus în jos a pilorului şi bulbului duodenal (fig. 114*c*).

Este recomandabil ca pentru denumirea şi delimitarea segmentelor gastrice să se folosească o nomenclatură unică. Dintre diversele propuneri ce au fost făcute în acest sens, cea mai indicată este a lui Forssell, deoarece ea corespunde într-adevăr unor particularităţi segmentare anatomice şi fiziologice, care pot fi recunoscute la examenul radiologic. După schema lui Forssell (fig. 115), segmentele proximale (fornix, corp şi sinus) constituie sacul digestor, în timp ce segmentul distal (antrul, canalul piloric) prezintă un canal egestor.

M u c o a s a g a s t r i c ă. Pliurile gastrice au în mod normal dimensiuni variabile, în medie circa 3–6 mm. La nivelul corpului gastric, de-a lungul micii curburi, se observă 3–4 pliuri de mucoasă care continuă pliurile centrale esofagocardiale. Dintre acestea, pliurile mai apropiate de mica curbură continuă în sinus şi canalul piloric poate fi urmărit până în bulbul duodenal. Celelalte pliuri de mucoasă din corpul gastric au în porţiunea proximală o direcţie aproape paralelă cu mica curbură. În porţiunea lor distală, ele se îndreaptă oblic, de sus în jos şi de la dreapta la stânga, spre marea curbură, unde se reflectă de pe o faţă pe alta.

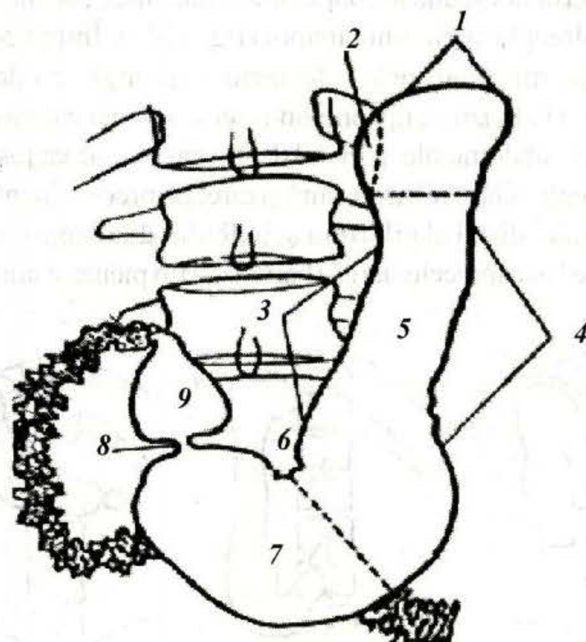


Fig. 115. Stomac şi duoden în poziţie dorsoventrală (schemă): *1* – fornixul; *2* – porţiunea cardiacă; *3* – curbura mică; *4* – curbura mare; *5* – corpul; *6* – unghiul gastric; *7* – partea antrală; *8* – pilorul; *9* – bulbul duodenal.

Frick, studiind relieful mucoasei gastrice în strat subţire, cu focar fin şi ecran amplificator de luminozitate, descrie noi aspecte fine ale structurii mucoasei gastrice. Pe baza observaţiilor sale, Frick descrie 4 tipuri de relief ale mucoasei:

– relief fin cu areole de 0,5–1,5 mm;
– relief cu areole medii de 1,5–3 mm (rotunde sau poligonale);
– relief grunjos, care dispare greu la presiune;
– relief neregulat cu areole peste 3 mm.

După Frick, pe baza cunoaşterii acestor tipuri de mucoasă, modificările radiologice în fazele incipiente ale unor boli cum ar fi gastrita, neoplasiile etc., au faţă de examenul tradiţional o concordanţă mult mai mare cu rezultatele biopsiilor de mucoasă.

T o n u s u l g a s t r i c. Tonusul este funcţia care contribuie în mod primordial la determinarea formei stomacului, a modului său de umplere şi la controlul tranzitului piloroduodenal, adică la evacuarea gastrică. Stomacul ortoton se umple la primele înghiţituri, începând de la partea superioară a corpului gastric, imediat sub formă de pâlnie baritată cu baza în sus şi vârful în jos. Pe măsura umplerii, pâlnia se alungeşte, iar bariul trece de-a lungul micii curburi spre sinusul gastric şi antru. La un stomac hipoton pâlnia apare, în raport cu hipotonia, mult alungită şi poate să se şteargă dacă aceasta este foarte marcată; în cazul dat bariul cade direct spre polul inferior, iar umplerea se face de jos în sus. Dacă la hipotonie sau atonie se adaugă existenţa de lichid pe nemâncate, bariul cade cu aspect de fulgi de zăpadă.

La un stomac hiperton, pâlnia de umplere apare scurtată, lărgită spre partea superioară, iar trecerea bariului spre celelalte părţi se face la început cu oarecare dificultate.

În decursul examenului radiologic se observă uneori oscilaţii de tonus, care modifică brusc forma şi volumul stomacului.

P e r i s t a l t i s m u l g a s t r i c. Peristaltismul ia naştere la nivelul stomacului pe ambele curburi în regiunea imediat inferioară fornixului sau în treimea medie a corpului.

Apariţia şi caracterele peristaltismului sunt dependente în primul rând de starea de tonus a peretelui gastric şi de influxurile nervoase venite pe calea simpaticului şi parasimpaticului. Primul coboară tonusul şi peristaltismul, al doilea le accentuează.

Radiologic se apreciază formarea undelor peristaltice, frecvenţa, lungimea şi amplitudinea undelor, precum şi durata lor de parcurs.

Undele apar ca nişte adâncituri (contracţii) inelare şi se observă de obicei simultan, faţă în faţă pe ambele curburi. Valorile medii ale peristaltismului gastric sunt următoarele:

a) amplitudinea (mijlocul marii curburi) este egală cu 5–10 mm şi 3–5 mm pe mica curbură; b) frecvenţa este egală cu 2–4 unde/min; c) durata de parcurs variază între 18–35 s. Rolul peristaltismului, după ultimele cercetări, pare a fi în primul rând de amestec al alimentelor cu sucul gastric şi numai în al doilea rând – de evacuare a conţinutului.

E v a c u a r e a s t o m a c u l u i. Timpul de tranzit gastric cuprinde perioada scurtă de la pătrunderea bariului în stomac până la trecerea prin pilor a primelor porţiuni baritate. Este în funcţie de permeabilitatea pilorului în primul rând şi numai în al doilea rând de peristaltism şi de factorii gastrici care o influenţează. Timpul normal de tranzit est cuprins între minimum de câteva minute în cazul ingerării soluţiei baritate.

Timpul de evacuare gastrică este exprimat prin perioada necesară ca întreaga cantitate de bariu ingerată să se evacueze din stomac (de la 1,5–2 ore la 4 ore).

S e c r e ţ i a g a s t r i c ă. Secreţia formează un strat de

opacitate intermediară între cea a suspensiei baritate şi a transparenţei aerului din fornix. Acest strat intermediar are o delimitare orizontală şi precisă spre fornix. Cantitatea de secreţie şi grosimea stratului intermediar sunt reduse în primele ore ale dimineţii şi cresc treptat spre ora prânzului. Dacă mărimea stratului intermediar depăşeşte trei laturi de deget, presupunem existenţa unei hipersecreţii.

Tehnica examenului radiologic al stomacului

Radioscopia gastrică precedată de obicei de un examen toracopulmonar, se execută în prealabil pe gol, spre a se observa eventualele modificări abdominale preexistente ingerării substanţei de contrast.

După primele înghiţituri mici, însumând circa 20 ml de soluţie baritată, se urmăreşte esofagul, cardia şi aspectul pliurilor mucoasei gastrice. Examenul se face în poziţii variate: de faţă – spre a se vedea aspectul general şi curburile gastrice; în OAD – pentru a se cerceta bine curbura mică gastrică, pilorul, curburile bulbului şi cadrul duodenal; în OAS – pentru urmărirea curburii mari gastrice, a pilorului şi feţelor bulbare. Se completează la fiecare poziţie examinarea prin compresie dozată cu ajutorul distinctorului (compresorului) pentru a evidenţia mai clar modificările feţelor şi curburile gastroduodenale.

Se umple apoi stomacul cu substanţă de contrast şi se examinează în aceleaşi poziţii, la care se poate adăuga decubitul dorsal care umple şi conturează bine fornixul (fig. 116 *a*). La trecerea aerului

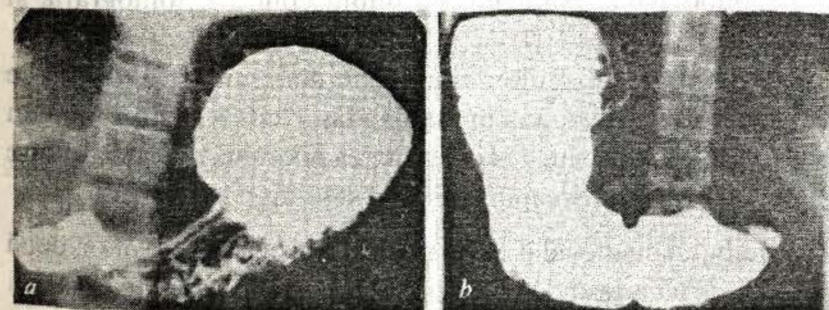


Fig. 116. Stomac normal văzut în decubit dorsal (*a*) şi ventral (*b*).

gastric în partea distală obținem imaginea de dublu contrast a părții antrale, fețelor bulbare și a cadrului duodenal. Se mai folosește de asemenea decubitul ventral cu oblice de diverse grade (OPD și OPS) care pun în evidență curburile gastrice, bulbare și cadrul duodenal (fig. 116 *b*).

Pentru precizarea unor detalii se folosesc radiografiile de ansamblu sau localizate și țintite pe o porțiune, izolate sau în serie, cu

Fig. 117. Pliuri gastrice normale (seriografie).

sau fără compresie dozată (fig. 117). În acest mod, radiografiile completează radioscopia, o îmbogățesc în informație și-i dau valoarea de document fără de care rezultatul examenului nu poate fi discutat. În partea generală au fost expuse indicații referitoare la examinarea stomacului cu ajutorul substanțelor ce influențează funcția gastroduodenală, examenul cu dublu contrast, tomografia și parietografia.

D u o d e n u l. Bulbul duodenal, denumit astfel deoarece după formă se aseamănă în marea majoritate a cazurilor cu un bulb de ceapă, este situat în continuarea pilorului, având baza spre pilor și vârful spre dreapta și ușor în sus (fig. 118).

Bulbului duodenal îi este caracteristic: o bază spre pilor, două curburi, două fețe și două recesuri (zone de trecere între bază și curburi). Curburile se numesc, prin analogie cu cele gastrice, curbura

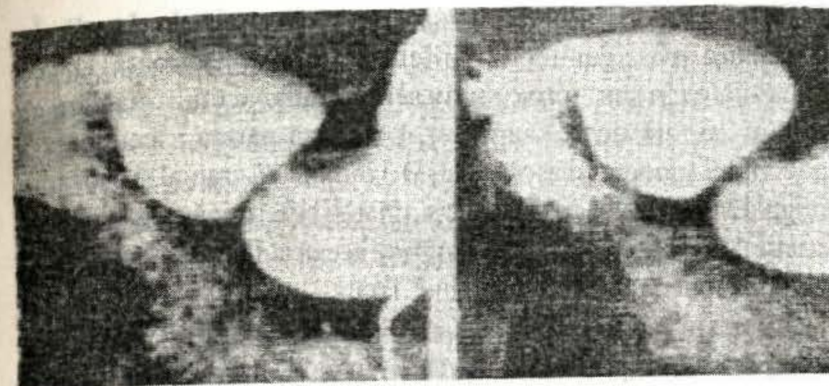


Fig. 118. Aspect de duoden normal. Bulbul bine umplut, regulat, cu aspect de bulb de ceapă sau flacără de lumânare.

mică (superioară) și curbura mare (inferioară), recesurile fiind denumite recesul curburii mici (superior, intern sau stâng după alți autori) și recesul curburii mari (inferior, extern sau drept).

Bulbul este continuat spre dreapta de o mică porțiune de trecere spre partea descendentă, cu aspect angulat, deschis în jos și formând un unghi mai mic de 90° (genunchiul sau flexura superioară). Atât bulbul, cât și genunchiul superior sunt proiectate cam la nivelul vertebrelor $L_1 - L_2$ (fig. 119).

În continuarea genunchiului superior (D_1) apare partea descendentă a duodenului (duodenul descendent, D_2) situată paravertebral

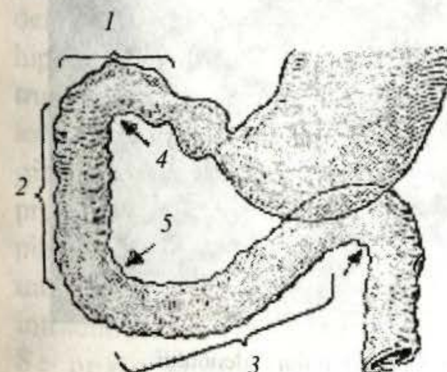


Fig. 119. Schema segmentelor duodenale: *1* – ramura superioară; *2* – partea descendentă; *3* – partea ascendentă; *4* – genunchiul superior; *5* – genunchiul inferior; *6* – unghiul duodenojejunal (unghiul Treitz).

de dreapta şi mergând în jos până la nivelul vertebrelor $L_3 - L_4$. În continuare apare genunchiul inferior (flexura inferioară, D_3) cu concavitatea în sus, aproximativ semicircular şi mult mai larg ca deschidere faţă de cel superior. Urmează partea ascendentă a duodenului (duodenul ascendent, D_4) îndreptată cranial şi uşor spre stânga. Este în partea mascată de stomac şi se termină cam la nivelul vertebrelor L_1–L_2 şi lateral în stânga de acestea. Formează cu jejunul unghiul duodenojejunal sau unghiul Treitz.

Lumenul cadrului duodenal are o lărgime aproximativ egală de-a lungul diverselor porţiuni, echivalând în mod normal cu circa ½ din înălţimea unui corp vertebral lombar.

În bulbul duodenal pliurile se observă greu, deoarece atât umplerea sa totală, cât şi compresia le şterg. În unele cazuri însă, apar câteva pliuri cu direcţia de la bază spre genunchiul superior. Foarte rar se pun în evidenţă pliuri oblice sau transversale pe această direcţie.

Fig. 120. Aspectul radiologic al jejunului şi ileonului.

În cadrul duodenal, de la genunchiul superior şi până la unghiul Trietz, imaginea pliurilor apare la o umplere sau golire parţială. Se observă benzi transparente date de valvulele Kerkring, alternând cu benzi opace datorită bariului pătruns între ele. Direcţia pliurilor este transversală pe cea a fluxului baritat, luând aspect franjurat, comparat cu o frunză de ferigă privită în lumină (fig. 120).

Peristaltismul bulbului şi cadrului duodenal diferă de cel gastric, variind şi după segmente.

Bulbul prezintă fie o contracţie tonică, fie una inelară, pornind de la baza sa spre genunchiul superior, care îi modifică temporar aspectul, dând imagini de halteră, trifoi etc.

Tehnica examenului radiologic duodenal

Examenul radioscopic se face în continuarea celui gastric. Se examinează mai întâi aspectul şi localizarea cadrului duodenal, curburile şi feţele bulbului. Uneori, din cauza hipotoniei gastrice, hipertoniei duodenale sau hipersecreţiei nu se poate obţine umplerea bulbului. Totuşi e posibilă umplerea bulbului şi în aceste cazuri numai după ce bolnavul stă câteva minute în decubit lateral drept.

O metodă specială de examen în repleţiune completă a întregului cadru duodenal este duodenografia hipotonă. Se utilizează pentru aceasta acţiunea hipotonizantă a unui anticolinergic, care este injectat în prealabil (de exemplu, atropina, metacina etc.). Apoi se introduce bariul prin sondă intraduodenală (fig. 121). Se poate studia astfel

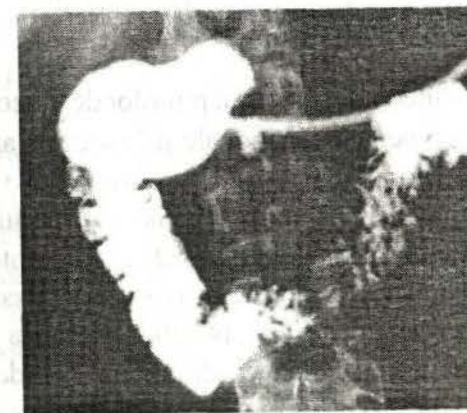


Fig. 121. Duodenogramă hipotonă. Repleţiune completă a întregului cadru duodenal.

Fig. 122. Examen peroral la 3,5 ore după ingerarea substanței de contrast; tot intestinul subțire apare umplut. Radiologic nu se poate observa delimitarea dintre jejun și ileon.

conturul duodenului și deformările lui produse prin hipertrofia capului pancreasului.

J e j u n o i l e o n u l. Jejunoileonul începe la unghiul duodenojejunal și se termină la valvula ileocecală. Lungimea lui este de 2–3 m pe viu și circa 6 m la cadavru. Trei cincimi din lungimea intestinului subțire le constituie ansele jejunale și două cincimi ansele ileale. Radiologic nu se poate observa delimitarea dintre jejun și ileon (fig. 122).

M u c o a s a j e j u n o i l e a l ă. Spre deosebire de celelalte organe ale tubului digestiv, la nivelul jejunoileonului aspectul pliurilor de mucoasă depinde în primul rând de momentele funcționale și de aceea el apare foarte variabil. Substratul anatomic al pliurilor de mucoasă sunt valvulele conivente. Contracția musculaturii proprii influențează aspectul pliurilor de mucoasă, care apar predominant longitudinale în segmentele unde este contractat stratul circular și predominant transversal în segmentele unde stratul longitudinal se găsește în contracție. Înălțimea pliurilor de mucoasă descrește treptat în segmentele distale, unde ele devin puțin vizibile radiologic.

T r a n z i t u l și e v a c u a r e a j e j u n o i l e o n u l u i. Timpul de tranzit reprezintă intervalul scurt de la trecerea primei părți baritate prin pilor până ce aceasta intră în cec. Este în strânsă legătură cu tonusul, cinetica și timpul de evacuare. Dacă timpul de tranzit și de

evacuare gastrică sunt normale, durata trecerii bariului în cec necesită aproximativ 6–8 ore. Timpul de evacuare depinde de aceiași factori ca și timpul de tranzit.

Metodele de examinare se divizează în metode de examinare pe gol și cu substanțe de contrast. Metodele care folosesc substanțe de contrast se pot diviza la rândul lor în fiziologice și nefiziologice.

Examenul pe gol este o metodă excepțională. El se folosește numai în cazurile în care se bănuiește existența unei fistule cu pneumoperitoneu, când apar în ortastatism imaginile tipice transparente date de aceasta sub ambele diafragme, sau dacă se presupune un ileus, care se traduce radiologic prin cuiburi multiple de imagini hidroaerice (fig. 110).

Examinarea cu substanță de contrast

Metodele fiziologice folosesc calea fiziologică perorală de introducere a suspensiei de bariu pur în apă la temperatura corpului. Modul de administrare a substanței este diferit:

a) ingerarea nefracționată a întregii cantități de 150 g bariu în 250–300 ml apă este metoda cea mai obișnuită și permite urmărirea bolnavilor în continuarea examenelor gastrice. În primele 30 de minute examenele se fac din 10 în 10 minute și apoi din 30 în 30 minute sau mai des dacă este nevoie;

b) ingerarea fracționată (metoda Pannsdorf). Se ia câte o lingură de masă de bariu la fiecare 10–20 minute, timp de o oră, urmărind substanța la fiecare 15–20 minute, iar mai târziu la fiecare 30 de minute.

În unele cazuri, cantitatea de bariu se poate fracționa în 3 părți: prima parte se ia cu 3 ore înainte de examen, a doua – cu o oră înainte de examen și ultima porțiune – în timpul examenului.

Metode nefiziologice

Acestea folosesc fie substanțe care modifică tranzitul, fie bariul introdus prin sonda gastroduodenală:

a) ingerarea de soluție izotonică baritată la gheață (120 g sulfat de bariu în 120 ml apă) urmată de ingerarea a încă 500 ml apă rece. Ca urmare, timp de o oră, maximum o oră și jumătate, substanța ajunge la cec;

b) ingerarea de bariu împreună cu sorbita sau alt agent care accelerează tranzitul intestinal. Într-o oră, o oră și jumătate substanța de contrast ajunge la cec;

c) introducerea bariului prin sonda care se află în duoden;

d) introducerea bariului prin clismă se face prin metoda obișnuită pentru clisma opacă, forțându-se valvula Bauhin, care în aproape $^2/_3$ cazuri permite reflux baritat. Spre a ajuta acest reflux se injectează cu 10 minute înainte de examen, intravenos, 1 mg

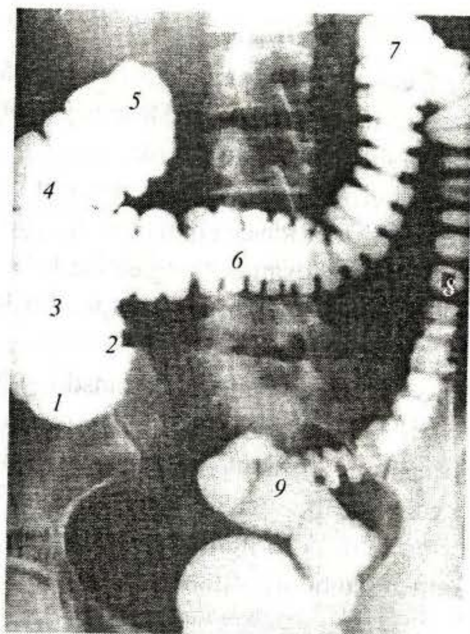


Fig. 123. Aspectul colonului în repleţiune la examenul prin irigoscopie: *1* – cupola cecului; *2* – valvula ileocecală (Bauhin); *3* – cecul; *4* – colonul ascendent; *5* – unghiul hepatic; *6* – transversul; *7* – unghiul splenic; *8* – colonul descendent; *9* – sigmoid.

atropină în 10 cm^3 de gluconat de calciu. În felul acesta sunt puse în evidență ultimele anse ileale, ale căror modificări morfologice pot fi deosebite de cele pur funcționale.

C o l o n u l. Aspectul colonului la examenul prin irigoscopie este prezentat în fig. 123. Segmentele colice prezintă numeroase variante anatomice de poziție, mobilitate, dimensiuni și aspect. Ele se datoresc diverselor grade de rotație și acolare la peretele abdominal posterior, efectuate în timpul dezvoltării embriologice. Cecul este de obicei intraperitoneal și mobil. Pe marginea medială a cecului, sub valvula ileocecală este implantat apendicele. Colonul ascendent de obicei este fixat de peretele posterior și numai în unele cazuri are un grad relativ de mobilitate. Unghiul hepatic prezintă numeroase variante în ceea ce privește dimensiunea și orientarea anselor colice care îl compun. El este situat mai jos decât unghiul splenic. La examenul radiologic considerăm normală poziția anselor intestinului gros, când unghiurile colice sunt situate deasupra crestelor iliace, indiferent de situația celorlalte segmente. Transversul este un segment foarte mobil, de dimensiuni variabile. În mod normal, la persoane de tip longilin, punctul său decliv este situat în pelvis. La persoane de tip picnic el are o situație mai înaltă. Colonul descendent este de obicei fixat retroperitoneal. Colonul sigmoid este un segment mobil, care formează o ansă foarte variabilă ca dimensiune și poziție. Se termină intestinul gros cu ampula rectală.

M u c o a s a c o l i c ă prezintă aceeași variabilitate de aspect ca și jejunoileonul datorită autoplasticii, contracțiilor muscularei propria și gradului de repleţiune. La examenul în strat subțire, după evacuarea substanței de contrast, mucoasa apare radiologic sub formă de pliuri longitudinale, transversale, pliuri care se încrucișează și pliuri oblice care trec în diagonală de la o haustră la alta (fig. 124).

T o n u s u l. Tonusul prezintă deosebiri segmentare, el fiind mai scăzut în cec, ascendent și transversal proximal. Influența tonusului asupra mobilității și tranzitului este primordială și determină deosebirile segmentare în manifestările acestor funcții. Gradul tonusului se

Fig. 124. Aspect radiologic al reliefului de mucoasă.

manifestă din punct de vedere radiologic la acelaşi nivel cu intestinul subţire. Un tonus crescut se manifestă radiologic printr-un aspect fragmentar al umplerii segmentelor colice cu haustre adânci.

În mod normal, cecul începe să se opacifieze la 3–4 ore postcenam, unghiul hepatic la 7–8 ore, unghiul splenic la 12 ore, sigmoidul la 16 ore. Ampula rectală apare în repleţiune la 24 ore postcenam.

T e h n i c a d e e x a m i n a r e. Pregătirea bolnavului pentru examenul intestinului gros a fost descrisă la începutul capitolului. Examenul radiologic al colonului se poate face în continuarea celui gastric, adică prin opacifierea per os. Acesta este un examen funcţional, care ne informează în primul rând asupra tranzitului şi tonusului segmentelor colice. Deoarece în majoritatea cazurilor acest examen nu ne oferă o imagine radiologică în repleţiune, este necesar ca el să fie neapărat completat prin irigoscopie. În cazul introducerii bariului pe cale rectală se folosesc 1,5–2 litri apă şi circa 400–450 g sulfat de bariu. Apa trebuie încălzită până la temperatura corpului. În timpul examenului prin clismă opacă se vor folosi poziţii cât mai variate, precum şi compresiunea, şi palparea cu mâna protejată de mănuşă, pentru a disocia fiecare ansă. După executarea examenului în repleţiune şi observarea poziţiei, formei, umplerii, contururilor şi mobilităţii fiecărui segment, se recomandă bolnavului să evacueze cea mai mare parte a substanţei opace. Se practică în continuare examenul reliefului de mucoasă. Apoi urmează insuflarea de aer sub control radioscopic, pentru a se obţine o imagine în dublu contrast.

Aspectul radiologic al colonului examinat prin irigoscopie se deosebeşte de cel observat la examenul per os. Colonul examinat prin irigoscopie prezintă segmente distinse, fără haustre sau cu haustre puţin adânci.

În ultimul timp, pentru examinarea intestinului gros, în practica de toate zilele mai des se foloseşte aşa-numita metodă de dublu contrast primară. Ea constă în aceea că în primul rând controlul radiologic al colonului se face după administrarea substanţelor farmacologice (intravenos 1 g sulfat de atropină cu 10 ml calciu gluconat). În al doilea rând se foloseşte substanţa de contrast special pregătită de o densitate mare. Se introduce retrograd, până la unghiul splenic, aproximativ 300 ml de substanţă opacă, apoi se insuflă aer până la destinderea completă a colonului, şi bolnavul se examinează în poziţiile optimale pentru a obţine în imagine toate segmentele intestinului gros.

Radiodiagnosticul bolilor esofagiene

Malformaţii congenitale. Printre leziunile organice trebuie amintite malformaţiile congenitale, care deşi sunt rare, prezintă anumite pericole. Cele mai multe sunt descoperite la vârsta primei copilării, deoarece unele fără intervenţie nu sunt compatibile cu viaţa, iar altele dau tulburări grave.

S t e n o z a c o n g e n i t a l ă a e s o f a g u l u i, situată în segmentul inferior sau la nivelul bifurcaţiei traheale, se manifestă clinic în momentul ingerării alimentelor solide. Radiologic ea apare ca o

îngustare mai mult sau mai puțin marcată, localizată sau mai extinsă, însoțită de întârzierea tranzitului proporțională cu obstacolul. Poate duce la dilatări esofagiene mari deasupra porțiunii îngustate, în raport cu durata evoluției.

Fistula esofagotraheală și esofagobronhială, situată de obicei la nivelul bifurcației traheii, se manifestă prin pătrunderea substanței opace în trahee sau în una din bronhii. Copilul atrage atenția mamei prin reflexul de tuse la alăptare, putând ajunge la fenomene aproape asfixice în caz de comunicare largă. Trebuie să ținem cont de faptul că la examenul fistulei esofagobronhiale vor fi folosite numai substanțe pe bază de iod (Gastrografin), care sunt mai puțin iritante.

Tulburări funcționale

Dischineziile esofagiene se manifestă sub aspectul unor tulburări ale peristaltismului esofagian. În unele cazuri ele apar sub forma așa-ziselor contracții secundare formate brusc în treimea medie a esofagului, propagându-se atât caudal, cât și cranial. În sens cranial ele iau aspect de antiperistaltism și duc bariul până la faringe, unde prin prezența sa bariul declanșează noi unde primare.

Insuficiența cardiei, refluxul gastroesofagian. Se consideră că acest reflux este produs prin defecte de ordin organic sau funcțional ale sistemului ocluziv gastroesofagian. Are o importanță deosebită în patogenia esofagiană, deoarece conținutul acid din stomac produce o esofagită peptică a segmentului distal. Inițial, esofagita apare ca o inflamație a mucoasei, cu edem, hiperemie și, uneori, cu ulcerații superficiale.

Examenul radiologic constă în aceea că după umplerea stomacului cu bariu se așază bolnavul în decubit dorsal și ușor OAS sau în decubit ventral și OPS. În aceste poziții cardia se prezintă larg deschisă, esofagul se opacifiază rapid până la un anumit nivel și apoi se evacuează tot atât de repede, datorită apariției unor contracții foarte rapide, tipice sau atipice.

În fazele avansate de esofagită se ating și straturile profunde ale pereților esofagului, care prezintă astfel aspecte de inflamație cronică, cu tendință marcată la fibroză și retracție.

Cardiospasmul (achalazia, dilatarea idiopatică esofagiană). Așa-zisul cardiospasm se manifestă anatomo-clinic prin alungire și îngroșare parietală, iar radiologic prin aspectul de esofag alungit, sinuos. Dilatarea esofagiană atinge diverse grade, până la dimensiuni enorme.

Se observă coloana de stază baritată cu strat intermediar (strat cu opacitatea redusă, aproape de cea a țesuturilor moi). Cardia apare îngustată, esofagul ia aspect de pâlnie în această regiune, pliurile rămân fine, paralele (fig. 125).

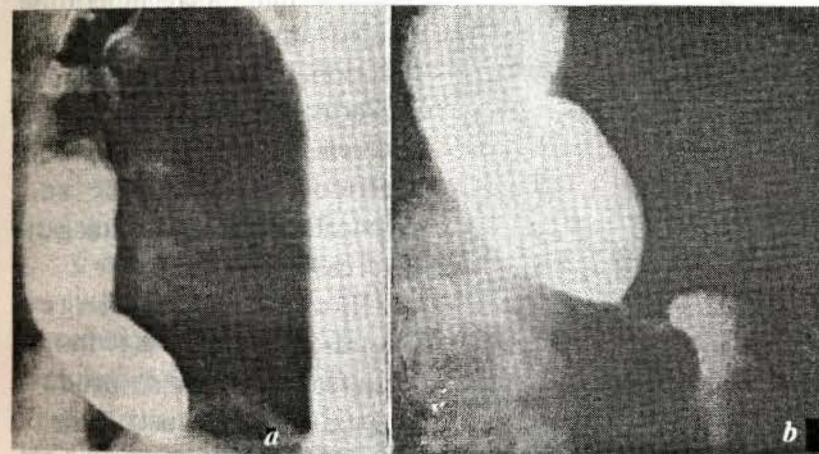


Fig. 125. Achalazie: *a* – esofag alungit, dilatat; strat intermediar mare în partea superioară; *b* – trecere prin cardie; prin supraplin, cu aspect filiform; stomac cu pungă de aer mică.

În cazurile incipiente se văd contracții exagerate, uneori cu caractere de contracții dischinetice (secundare, terțiare etc.). Cardia se deschide când coloana de bariu atinge o anumită înălțime și se închide imediat ce aceasta se reduce. Bula de gaz gastrică este micșorată sau absentă.

Ca etiologie, s-a incriminat lipsa refluxului de deschidere al cardiei

prin distracții ale plexului intramural Auerbach (prin analogie cu cele constatate anatomic la îngustarea părții terminale a megacolonului).

E s o f a g i t e l e. Inflamația esofagului poate fi produsă prin ingerarea de substanțe caustice, prin iritații termice, prin stază (în segmentele suprastenotice), în cursul bolilor infecțioase, dar mai ales prin refluxul gastroesofagian, așa cum am arătat în paragraful precedent. Esofagitele acute produc semne radiologice necaracteristice sau evoluează fără semne radiologice. Uneori se poate recunoaște radiologic o modificare a pliurilor de mucoasă (întrerupere, hipertrofie, atrofie) însoțită de modificări funcționale (hipertonie, hipersecreție, spasme). Adesea se observă mici nișe pe contururi. Metodele endoscopice sunt superioare examenului radiologic în cazul esofagitelor acute.

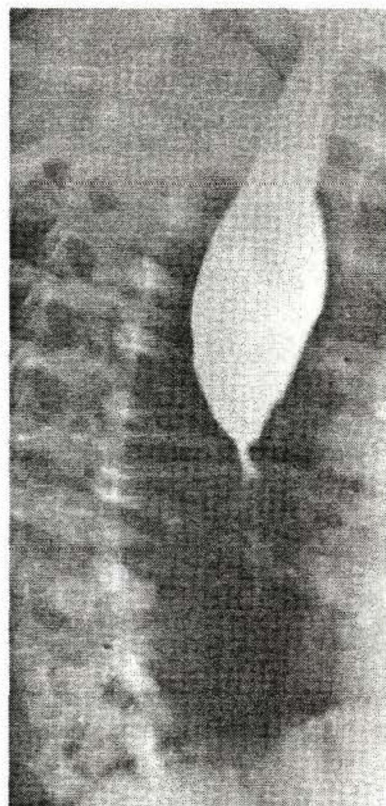


Fig. 126. Radiograma esofagului în OAD. Stenoză benignă a jumătății medii a esofagului (postcaustică) cu dilatație moderată suprastenotică.

E s o f a g i t ă p r i n i n g e s t i e d e c a u s t i c e. În majoritatea cazurilor se produce ingestie de sodă caustică sau de acid sulfuric. Apar leziuni multiple, situate de obicei la îngustările fiziologice, unde substanța caustică rămâne mai mult timp în contact cu mucoasa esofagului. Imediat după accident se observă un edem bulos al mucoasei, urmat de o necroză întinsă și superficială, care în câteva zile se elimină ca o escară. În felul acesta apar ulcerații întinse. Procesul cicatriceal care urmează evoluează rapid și intens, atingâng toate straturile peretelui esofagian. Procesul este stenozant și retractil. El începe a se constitui după 4–5 săptămâni de la producerea accidentului. Apar stenoze benigne, cu dilatație moderată suprastenotică (fig. 126). Contururile esofagului, ca și lumenul, prezintă neregularități, datorită imaginilor de nișă și lacune. Pliurile de mucoasă nu apar în zonele interesate. În segmentele suprastenotice apar semne de stază și esofagită. Examenul radiologic trebuie să stabilească localizarea, întinderea și evoluția leziunilor.

Imediat după accident, examenul radiologic nu este indicat, întrucât leziunile nu se pot pune în evidență atâta timp cât edemul este intens și zonele necrozate nu sunt delimitate. Tranzitul este de asemenea nemodificat în această fază, dacă nu există tulburări funcționale. Examenul radiologic ne permite să observăm existența complicațiilor, care constau în fistule esofagomediastinale sau esofagobronhiale, produse prin necroze profunde (fig. 127). Diagnosticul diferențial se face în primul rând cu stenozele maligne, însă acestea sunt localizate și unice, iar anamneza este caracteristică în cazul esofagitelor postcaustice.

C o r p u r i s t r ă i n e î n e s o f a g. Ingerate accidental sau cu diverse ocazii, corpurile străine pot fi foarte variate și apar pe imaginea pe gol dacă prin constituția și mărimea lor realizează imagini radiologice. Corpurile străine radiotransparente, de dimensiuni mari, se pot recunoaște uneori prin faptul că ele produc destinderi ale unui segment esofagian și deplasări ale pliurilor de mucoasă. Corpurile radiotransparente, de dimensiuni mai mici, uneori sunt puse în evidență la examenul radiologic cu substanță de contrast, utilizând bucăți de vată sau bucăți de pâine muiate în bariu și care, înghițite, rămân agățate de corpul străin radiotransparent, care altfel nu poate fi vizibil radiologic. În același scop se poate administra pastă baritată, după care cerem bolnavului să bea apă. Apa spală resturile de bariu din esofag, cu excepția unor resturi opace pe suprafața corpului străin radiotransparent. Corpurile străine care sunt greu vizibile la

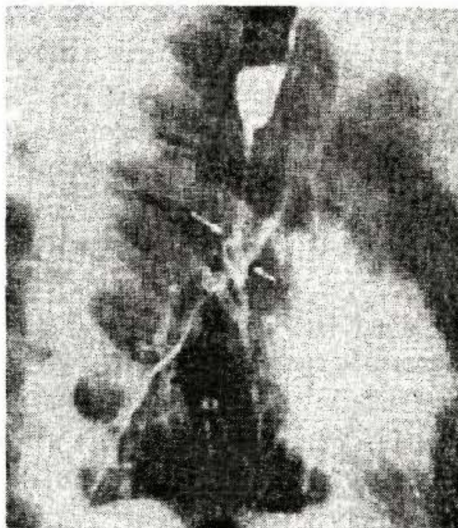


Fig. 127. Radiograma esofagului în OAD. Stenoză esofagiană benignă (postcaustică) cu fistulă esofagotraheală.

examenul radiologic trebuie căutate în primul rând la nivelul strâmtorilor fiziologice, unde ele se opresc de obicei. La examenul radiologic trebuie căutate de asemenea semnele complicațiilor care apar prin perforările produse de corpurile străine (pneumomediastin, pneumotorax, pneumoperitoneu, fistule etc.).

D i v e r t i c u l i i e s o f a g i e n i. Diverticulul este o evaginare a straturilor superficiale, uneori și a celor profunde, produsă prin pulsiune interioară sau tracțiune exterioară. Împărțirea diverticulilor esofagieni în diverticuli de pulsiune și diverticuli de tracțiune, este schematică, deoarece în majoritatea cazurilor acești diverticuli sunt micști. Procesul patogenic constă atât din fenomene de tracțiune, cât și de pulsiune.

Cauza principală în formarea unor diverticuli pare a fi slăbirea congenitală a peretelui esofagian sau atrofia senilă. Diverticulii de tracțiune prin modificarea locală a tonusului și a presiunii interioare esofagiene, se transformă treptat în diverticuli micști, de tracțiune și pulsiune.

Diverticulii de pulsiune, în fazele inițiale, având pereți cu tonicitate păstrată, nu sunt vizibili decât în timpul contracției esofagului și dispar în repaus sau replețiune completă. În fazele avansate, pereții diverticulari devin atoni, astfel încât imaginea radiologică apare ca un nivel hidroaeric care se menține în decursul examenului. Imaginea proeminentă din contur este pediculată și cu contururi nete, regu-

late. Pliurile de mucoasă pătrund în cavitatea diverticulară prin evaginarea stratului superficial (fig. 128).

Producerea diverticulilor de tracțiune este cauzată de existența unor infiltrații periesofagiene (adenopatii inflamatoare, pleurite mediastinale, procese indurative mediastinopulmonare etc.). De aceea diverticulul de tracțiune are formă și contururi neregulate, dințate, produse de procesul aderențial care l-a generat.

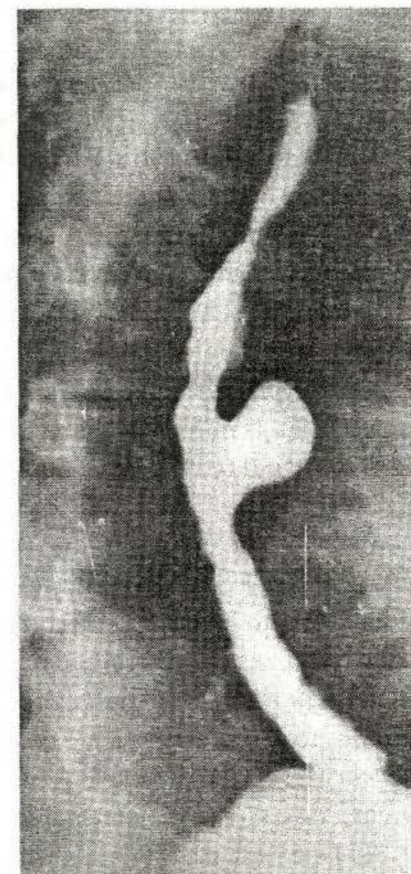


Fig. 128. Radiograma esofagului în OAD. Diverticul de pulsiune.

Un aspect clinico-radiologic deosebit îl prezintă diverticulii faringoesofagieni (Zenker). Ei se dezvoltă pe peretele posterior al hipofaringelui, imediat deasupra gurii esofagului, la nivelul punctului slab delimitat de fibrele circulare și oblice ale mușchiului cricofaringian. Evaginarea se produce posterior și lateral, formându-se un diverticul care comprimă esofagul postero-anterior. La examenul radiologic, în fazele inițiale, diverticulul apare ca un pinten situat la nivelul incizurii cu concavitate posterioară, care se găsește pe peretele posterior al gurii esofagului. Această proeminență este vizibilă după trecerea bolului opac. În fazele avansate, punga diverticulară se evidențiază radiologic cu ușurință și se observă compresia pe care o produce asupra peretelui posterior al esofagului.

Complicațiile diverticulilor apar rareori și constau în inflamație, ulcerare, perforare, torsiune și uneori hemoragii. Modificările mucoasei segmentului esofagian respectiv, neomogenitatea conținutului și neregularitatea contururilor ne indică existența unor complicații de natură inflamatoare la nivelul diverticulului.

V a r i c e l e e s o f a g i e n e reprezintă flebectazii localizate în submucoasă, care apar atunci când scurgerea sângelui din venele esofagului distal în vena coronară stomacală (tributară sistemului port) se face cu dificultate, din cauza unei hipertensiuni portale. În acest caz, venele esofagiene contribuie la descărcarea circulației portale spre vena cavă superioară prin intermediul anastomozelor cu venele azigos și tiroidiene inferioare. Observăm radiologic varice esofagiene în cazuri de ciroză hepatică, în tromboze și compresii (neoplazice sau inflamatoare) ale venei porte, în stază portală prin cardiopatii și în tromboza venei splenice. Ele apar în segmentul distal al esofagului, unde se găsesc numeroase vene într-un țesut conjunctiv lax.

Examenul radiologic se face cu o suspensie fluidă de bariu, care nu acoperă detaliile de mucoasă. Aspectul lor radiologic prezintă lacune rotunde, net delimitate sau ovale care se observă atât marginal, cât și în lumen. Esofagul apare hipoton și acțiunea de curățare a mucoasei este întârziată. Uneori apar varice și la nivelul fornixului gastric. Nu există vreo relație între mărimea varicelor și gravitatea bolii. În caz de tensiune portală accentuată, nu întotdeauna se observă radiologic varice esofagiene, deoarece anastomozele porto-cave se fac prin intermediul venei splenice și venei renale stângi sau prin șunturile directe, care sunt suficiente pentru a descărca circulația portală.

U l c e r u l e s o f a g i a n. Apariția ulcerului la nivelul esofagului este cauzată de esofagita peptică produsă prin reflux gastroesofagian, precum și de prezența unor insule de mucoasă gastrică la nivelul esofagului distal. De aceea, ulcerul esofagian apare frecvent în cazurile de brahiesofag, hernii hiatale cu reflux, după intervenții chirurgicale esofagogastrice, în screrodermie. Ulcerul esofagian se evidențiază radiologic prin nișă. Punerea în evidență a

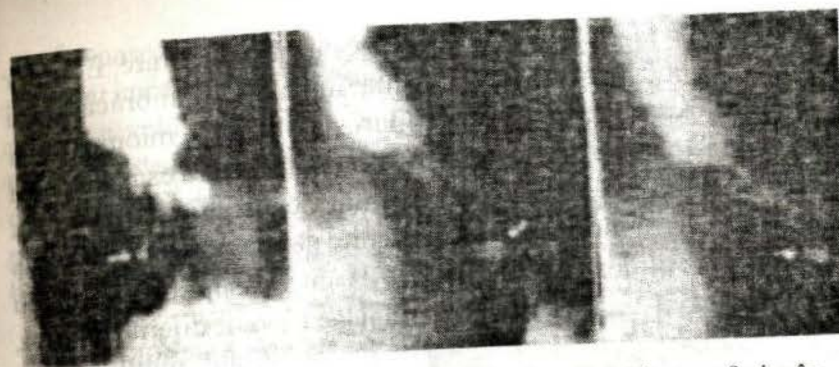


Fig. 129. Radiografia esofagului în OAD (seriografie). Ulcer esofagian în treimea inferioară.

nișei este uneori dificilă și necesită examene în serie, în strat subțire, în diverse incidențe și poziții (fig. 129).

Ulcerul esofagian este însoțit de obicei de stenoză benignă și de modificări ale mucoasei, care indică existența unei inflamații accentuate periulceroase la nivelul straturilor superficiale și profunde ale peretelui esofagian. Diagnosticul diferențial între nișă și diverticul se poate face observând radiologic prezența modificărilor inflamatoare și stenozante care uneori însoțesc ulcerul esofagian.

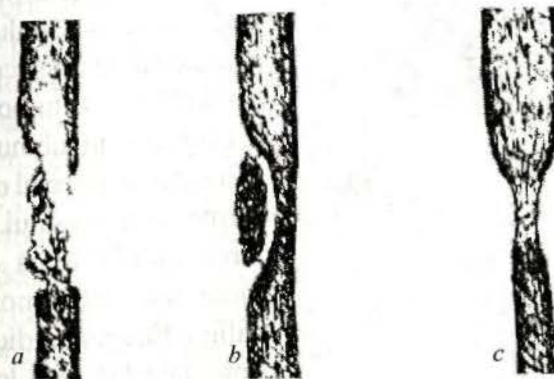


Fig. 130. Schema principalelor varietăți radiologice de neoplasm esofagian: *a* – tip predominant vegetant; *b* – tip predominant ulcerat; *c* – tip predominant infiltrant.

Tumorile esofagiene benigne sunt rare. Ele apar mai frecvent la bărbați, la vârstă mai înaintată, și îmbracă tipuri histopatologice de fibroame, lipomuri, papiloame și miomuri, mai rar polipi. De obicei, la prezentarea pacientului pentru examen boala evoluează de foarte mult timp cu semne de disfagie și greutate la deglutiție, instalate lent și spre deosebire de spasm, mai marcate la alimentele solide. Lumenul apare lărgit deasupra tumorii, cu peristaltism viu. În lumen apar imagini lacunare de diferite mărimi, bine conturate, regulate care împing, dar nu infiltrează pliurile.

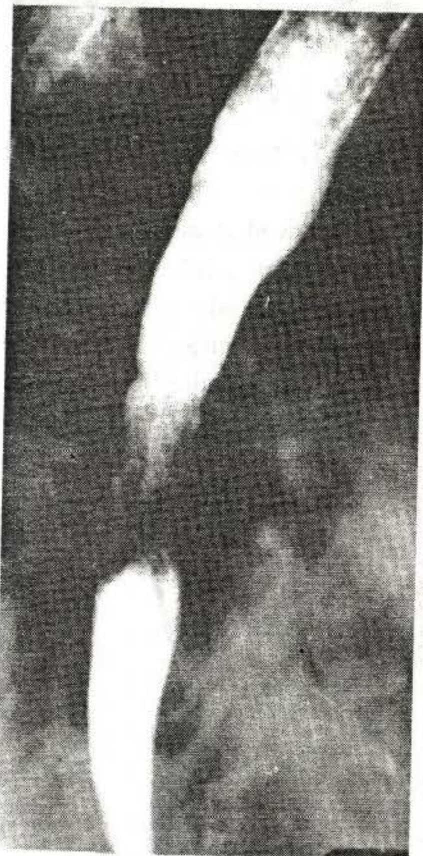


Fig. 131. Radiografia esofagului în incidența OAD. Neoplasm predominant infiltrant și vegetant.

Tumorile maligne esofagiene creează probleme grele de diagnostic, întrucât semnele clinice apar tardiv, atunci când procesul neoplazic este întins, iar semnele radiologice sunt necaracteristice în fazele incipiente. Semnul clinic principal este disfagia. Apariția ei este destul de tardivă. În tumorile maligne ale esofagului distal ea apare de abia după ce cardia a fost infiltrată. O tumoare mică, ce evoluează în submucoasă, nu influențează aspectul radiologic normal al esofagului. Modificarea morfologică cea mai importantă este stenoza de tip malign. Ea apare radiologic ca o îngustare de lumen, localizată, cu contururi neregulate și lipsite de netitate (fig. 130).

În marea majoritate a cazurilor, această stenoză este relativă, adică nu întrerupe în mod complet tranzitul (fig. 131).

La nivelul segmentului suprastenotic se observă o dilatație moderată, deoarece procesul infiltrativ evoluează rapid, nu se poate constitui o dilatare accentuată suprastenotică. La nivelul stenozei pe contururi apar lacune, nișe și zone de rigiditate, pliurile se întrerup brusc.

Radiodiagnosticul afecțiunilor gastroduodenale

Stenoza pilorică hipertrofică infantilă. Morfologic se determină hiperplazia și hipertrofia musculaturii circulare a canalului egestor. Spre deosebire de stenozele obișnuite, nu se găsește nici o modificare la nivelul diverselor straturi ale canalului piloric. Datorită modificărilor la nivelul musculaturii circulare, canalul piloric nu se poate relaxa în mod normal. Această boală se caracterizează clinic prin vome care apar la 3–6 săptămâni după naștere, clapotaj gastric și stare de denutriție. La examenul radiologic se constată că stomacul este delimitat, conține lichid de stază, marea curbură prepilorică este alungită spre dreapta, iar canalul piloric apare alungit, îngustat și recurbat. Evacuarea este întârziată – peste 2–5–7 ore majoritatea bariului administrat per os se află în stomac; în multe cazuri peste 24 ore, în stomac se găsesc resturi de bariu. Diagnosticul diferențial se face cu spasmul piloric (pe baza semnelor elementare de spasm).

Afecțiunile inflamatoare gastroduodenale. Modificările patologice din afecțiunile inflamatoare gastroduodenale se exprimă prin semne funcționale și morfologice. Deși nu au caractere specifice, cunoașterea modificărilor datorită afecțiunilor inflamatoare este necesară, ele fiind frecvente și ridicând multiple probleme de diagnostic.

În gastrita acută examenul clinic fiind în general suficient, iar bolnavul necesitând un regim de cruțare, examenul radiologic este

Tumorile esofagiene benigne sunt rare. Ele apar mai frecvent la bărbaţi, la vârstă mai înaintată, şi îmbracă tipuri histopatologice de fibroame, lipomuri, papiloame şi miomuri, mai rar polipi. De obicei, la prezentarea pacientului pentru examen boala evoluează de foarte mult timp cu semne de disfagie şi greutate la deglutiţie, instalate lent şi spre deosebire de spasm, mai marcate la alimentele solide. Lumenul apare lărgit deasupra tumorii, cu peristaltism viu. În lumen apar imagini lacunare de diferite mărimi, bine conturate, regulate care împing, dar nu infiltrează pliurile.

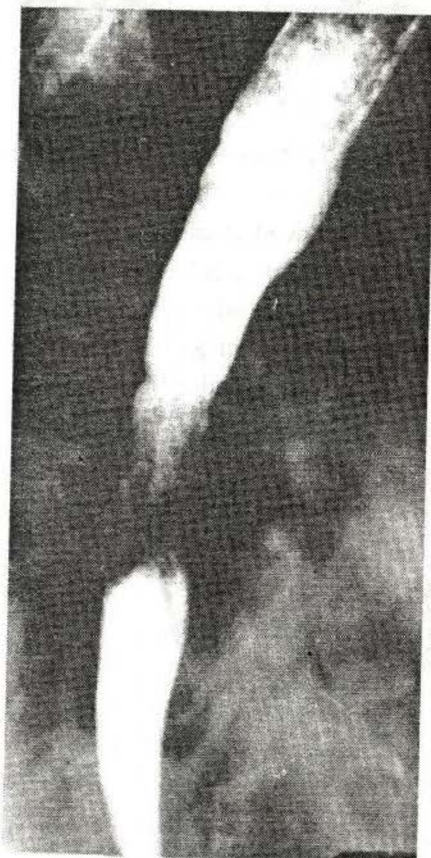


Fig. 131. Radiografia esofagului în incidenţa OAD. Neoplasm predominant infiltrant şi vegetant.

Tumorile maligne esofagiene creează probleme grele de diagnostic, întrucât semnele clinice apar tardiv, atunci când procesul neoplazic este întins, iar semnele radiologice sunt necaracteristice în fazele incipiente. Semnul clinic principal este disfagia. Apariţia ei este destul de tardivă. În tumorile maligne ale esofagului distal ea apare de abia după ce cardia a fost infiltrată. O tumoare mică, ce evoluează în submucoasă, nu influenţează aspectul radiologic normal al esofagului. Modificarea morfologică cea mai importantă este stenoza de tip malign. Ea apare radiologic ca o îngustare de lumen, localizată, cu contururi neregulate şi lipsite de netitate (fig. 130).

În marea majoritate a cazurilor, această stenoză este relativă, adică nu întrerupe în mod complet tranzitul (fig. 131).

La nivelul segmentului suprastenotic se observă o dilataţie moderată, deoarece procesul infiltrativ evoluează rapid, nu se poate constitui o dilatare accentuată suprastenotică. La nivelul stenozei pe contururi apar lacune, nişe şi zone de rigiditate, pliurile se întrerup brusc.

Radiodiagnosticul afecţiunilor gastroduodenale

Stenoza pilorică hipertrofică infantilă. Morfologic se determină hiperplazia şi hipertrofia musculaturii circulare a canalului egestor. Spre deosebire de stenozele obişnuite, nu se găseşte nici o modificare la nivelul diverselor straturi ale canalului piloric. Datorită modificărilor la nivelul musculaturii circulare, canalul piloric nu se poate relaxa în mod normal. Această boală se caracterizează clinic prin vome care apar la 3–6 săptămâni după naştere, clapotaj gastric şi stare de denutriţie. La examenul radiologic se constată că stomacul este delimitat, conţine lichid de stază, marea curbură prepilorică este alungită spre dreapta, iar canalul piloric apare alungit, îngustat şi recurbat. Evacuarea este întârziată – peste 2–5–7 ore majoritatea bariului administrat per os se află în stomac; în multe cazuri peste 24 ore, în stomac se găsesc resturi de bariu. Diagnosticul diferenţial se face cu spasmul piloric (pe baza semnelor elementare de spasm).

Afecţiunile inflamatoare gastroduodenale. Modificările patologice din afecţiunile inflamatoare gastroduodenale se exprimă prin semne funcţionale şi morfologice. Deşi nu au caractere specifice, cunoaşterea modificărilor datorită afecţiunilor inflamatoare este necesară, ele fiind frecvente şi ridicând multiple probleme de diagnostic.

În gastrita acută examenul clinic fiind în general suficient, iar bolnavul necesitând un regim de cruţare, examenul radiologic este

evitat sau se practică mai tardiv. Semnele radiologice sunt exprimate prin: modificări funcționale cu predominanță hipertonică, a hiperchineziei și exagerarea stratului intermediar datorită hipersecreției de iritație. Umplerea este mai neomogenă, iar pliurile sunt conturate mai slab din cauza diluării bariului prin lichid de secreție și mucus și prin hiperemia inflamatoare.

D u o d e n i t a   a c u t ă produce modificări radiologice asemănătoare celor din gastrita acută, hipertonia generalizată sau segmentară, hiperchinezia cu tranzit rapid prin bulb și cadru în anumite momente, alternată însă cu faze de spasm și de hipertonie tranzitorie localizate adesea pe segmente alăturate.

G a s t r i t e l e   ş i   d u o d e n i t e l e   c r o n i c e. Gastritele cronice se datoresc cauzelor externe (alimentație nepotrivită, dentiție defectuoasă, intoxicație) sau endogene (insuficiență cardiovasculară, uremie, boli infecțioase). Este important să remarcăm că gastritele cronice secundare sunt prezente în majoritatea cazurilor de ulcer și cancer, precum și atunci când stomacul prezintă tulburări de evacuare.

În cazul gastritelor cronice, examenul radiologic pune în evidență modificări de ordin morfologic și funcțional ale mucoasei și muscularis propria. Pliurile de mucoasă apar îngroșate, neregulate, fără să se aplatizeze la compresia dozată. Pe suprafața mucoasei se observă imagini lacunare, cauzate de zonele de edem care nu rețin suspensia baritată. Apar de asemenea imagini lacunare produse prin mucus sau proeminențele de mucoasă granulare sau pseudopolipoase.

Uneori, nu se mai poate recunoaște prezența pliurilor de mucoasă, fiindcă edemul care le lărgește mult poate face să dispară adânciturile dintre pliuri. Aspectul radiologic al reliefului de mucoasă prezintă neomogenități, datorită precipitării suspensiei baritate prin hipersecreție și cantități mari de mucus. Eroziunile sunt greu vizibile radiologic atât din cauza dimensiunilor lor reduse, cât și datorită faptului că de obicei sunt acoperite de depozite pseudomembranoase sau ascunse de edemul puternic care le înconjoară.

În cazul gastritei cronice a segmentului egestor se produce o hipertrofie a musculaturii circulare a canalului piloric, concomitent apar leziuni inflamatoare atrofice sau hipertrofice ale straturilor superficiale. La examinarea radiologică se observă că segmentul piloric apare îngustat, alungit, recurbat și proeminent la baza bulbului duodenal. Pentru diagnosticul diferențial cu neoplasmul piloric este important să observăm că deși modificările de ordin morfologic sunt întinse pe întreg segmentul egestor, motilitatea rămâne relativ integră, în sensul că sistola canalului piloric este completă. Diastola din cauza hipertrofiei musculare este incompletă.

D u o d e n i t a   c r o n i c ă. Duodenul prezintă în acest caz o hipertrofie generalizată sau segmentară sau o hipertrofie, evidențiabilă mai ales prin examene repetate. Peristaltismul apare modificat în același sens ca și tonusul. Spasmele și variațiile de tonus provoacă tulburări de tranzit și evacuare, iar unele segmente își schimbă chiar și calibrul, și forma, arătând îngustări și scurtări. Mucoasa își pierde caracterul de mobilitate și regularitate, îngroșându-se variabil în raport cu diverși factori cum ar fi vechimea și natura procesului, reacția individuală etc. Modificările mucoasei duc și la modificări ale lumenului, îngustări și neregularități. Contururile apar rigide și neregulate, iar umplerea devine neomogenă, cu imagini lacunare de diverse tipuri și forme, vizibile prin opacitatea soluției. La compresie, imaginile devin mai evidente în loc să dispară, cum se întâmplă cu aspectele autoplastice banale ale mucoasei.

U l c e r u l   g a s t r o d u o d e n a l. Examenul radiologic este foarte important în diagnosticul pozitiv și diferențial al bolii ulceroase, în urmărirea evoluției ei clinice și a depistării unor eventuale complicații.

Examenul radiologic se începe cu cercetarea cât mai atentă și mai completă a mucoasei: strat suficient de subțire de bariu, utilizarea

tuturor pozițiilor, fără a se omite, după necesitate, decubitele diverse, compresia dozată, radiografii de ansamblu, țintite și în serie.

După umplerea stomacului cu bariu (la nevoie chiar supraumplere) examenul se continuă utilizându-se toate posibilitățile tehnice descrise: poziții și incidențe variate, probe farmacodinamice, metode speciale.

Semnele depistate la examinare pot fi divizate în semne *morfologice* (directe) ale ulcerului și semne *funcționale* (indirecte).

Nișa, semnul direct al ulcerului, a fost observată la stomac experimental încă în 1906 (Hemneter), descrisă apoi în 1909 și introdusă în radiologie de Haudek în 1910.

Substratul anatomic al imaginii radiologice de nișe este determinat de pierderea de țesut care afectează straturile superficiale și profunde uneori până la seroasă. Ulcerul *penetrant* are tendința de a pătrunde și în organele vecine, mai ales în ficat și pancreas. Nișa este înconjurată de o zonă de e d e m, care îi îngustează intrarea și îi mărește în mod virtual adâncimea. Procesul inflamator cronic, cicatriceal modifică relieful de mucoasă, care prezintă, prin retracție, *pliuri convergente* spre ulcerație.

Imaginea de nișe obținută la pătrunderea bariului în ulcerație diferă ca aspect radiologic după poziția în care este cercetată. Astfel ea apare ca o pată persistentă pe fețe; în poziția de profil pe contururi, apare dimpotrivă ca o proeminență opacă din lumenul organului în afară, luând diferite forme și aspecte. Resturile alimentare, cheagurile de sânge, de fibrină sau uneori exagerarea spasmului și a edemului pot împiedica pătrunderea bariului în nișe și deci evidențierea ei, ceea ce justifică necesitatea repetării examenului în cazurile care prezintă discordanțe între semnele clinice și de laborator și cele radiologice.

Ulcerul acut este reprezentat radiologic printr-o nișă rotundă sau ovală, proeminentă în afara conturului gastric, regulat conturată. Diametrul bazei este mai mare decât adâncimea (fig. 132). Ea este înconjurată de un edem întins periulceros. Pliurile de mucoasă din vecinătatea nișei au în general o arhitectură normală.

Ulcerul cronic se manifestă de obicei printr-o nișă care proemină mult în afara conturului, cu diametrul bazei mai mic decât adâncimea și înconjurat de o imagine *lacunară* (al cărei substrat este infiltrația inflamatoare cronică de tip fibros) care nu dispare la compresie. Relieful gastric este modificat în majoritatea cazurilor, prezentând *convergența de pliuri* și semne radiologice de gastrită cronică. Imaginea radiologică de nișe ne oferă deci unele indicații cu privire la evoluția acută sau cronică a procesului patologic. Aceste indicații sunt însă relative și trebuie interpretate cu rezervă.

Semnele radiologice indirecte în boala ulceroasă constau în modificări de ordin funcțional și morfologic ale mucoasei și celorlalte straturi. Nici unul din aceste semne nu este caracteristic pentru boala ulceroasă, deoarece ele pot apărea și în alte boli gastrice. Prezența lor ne atrage atenția asupra posibilității existenței ulcerului și ne arată că trebuie luate măsuri care să favorizeze evidențierea imaginii de nișe. Dintre modificările funcționale, se observă radiologic hipersecreția, dischinezia, variațiile exagerate de tonus, spasmele și tulburările de evacuare. Apar spasme locale – situate de obicei pe marea curbură a corpului gastric, îndreptate spre imaginea de nișe a micii curburi (fig. 132). Infiltrația inflamatoare cronică a straturilor profunde ale stomacului determină apariția, prin retracție, a unor modificări

Fig. 132. Ulcer gastric al curburii mici la nivelul corpului. Edem mare în jur, spasm pe curbura mare în fața nișei.

de formă, poziție, mobilitate, precum și stenoze. Se pot observa astfel retracții accentuate ale micii curburi, stenoze pilorice și stenoze excentrice ale corpului gastric.

N i ș a p e n e t r a n t ă (cu perforație localizată) în ficat, pancreas, mai rar în splină, este mare, profundă, poate rămâne plină după trecerea masei de substanțe de contrast și adesea având două sau trei straturi: aer și bariu sau aer, lichid și bariu.

N i ș a p e r f o r a n t ă. Nișa complicată cu perforație în cavitatea peritoneală dă semne clinice de abdomen acut și pneumoperitoneu. La examenul radiologic pe gol și în ortostatism la radioscopie și radiografie apar imagini gazoase, transparente cu formă semilunară sub ambele hemidiafragme, separând în dreapta umbra ficatului de diafragm.

U l c e r u l d u o d e n a l b u l b a r este localizarea cea mai frecventă a bolii ulceroase. Nișa poate fi pusă în evidență pe una din fețe sau pe una din curburi și este uneori înconjurată de zone de edem periulceros (fig. 133).

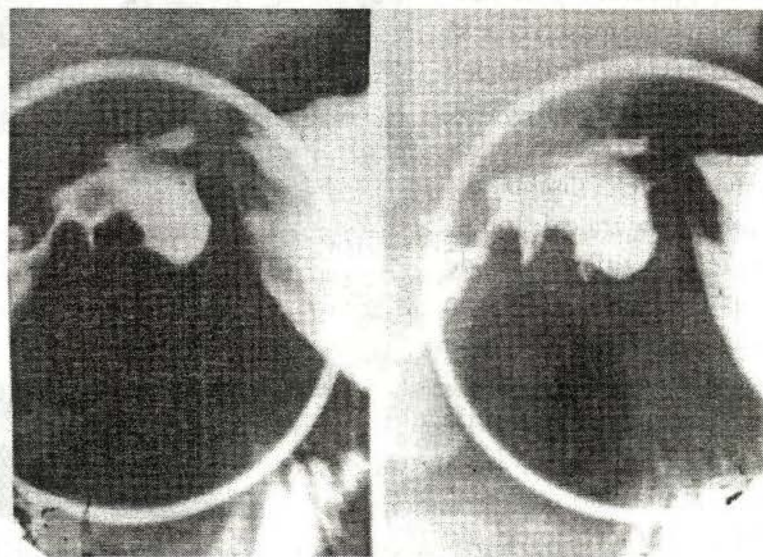


Fig. 133. Ulcer duodenal (seriografie). Bulb deformat, cu nișe vizibile pe fața anterioară.

Bulbul este intens deformat în cazul ulcerului cronic, deoarece peretele său subțire se retractă cu ușurință. Din același motiv, bulbul ulceros apare deseori stenozat. Modificările bulbului se datoresc și unor semne de ordin funcțional, așa cum sunt spasmele locale, atonia recesurilor (de natură reflexă sau organică), hipertonia sau hipotonia bulbară. În cazul ulcerului acut, contururile bulbului rămân regulate, iar nișa, de dimensiuni mari, este înconjurată de o zonă întinsă de edem. În ulcerul cronic, bulbul este intens deformat și pliurile de mucoasă sunt convergente spre imaginea de nișe. Uneori, bulbul este în întregime retractat și micșorat mult ca volum, încât forma lui inițială nu mai poate fi recunoscută.

C a n c e r u l g a s t r i c. Prin frecvență și gravitate, precum și prin dificultățile diagnosticului pozitiv și diferențial în faza terapeutică utilă cancerul gastric constituie problema centrală a patologiei digestive atât pentru disciplinele clinice, cât și pentru radiodiagnostic.

Semnele radiologice ale tumorilor maligne diferă după forma lor anatomopatologică și localizarea pe fețe sau contururi. Tumorile maligne gastrice sunt vegetante, ulceroase sau infiltrante.

Radiodiagnosticul cancerului de dimensiuni mici

Medicii radiologi au depus eforturi în vederea descoperirii unor semne radiologice care să permită depistarea cancerului gastric într-o fază incipientă. În anul 1937, la un Congres Internațional de Gastroenterologie a fost pusă pentru prima oară problema aceasta și s-a arătat statistic raportul care există între precocitatea diagnosticului și procentul de supraviețuire a bolnavilor operați. În cancerul gastric incipient, leziunile anatomice constau din infiltrații și ulcerații superficiale înconjurate de o zonă de gastrită atrofică, edem limitat. De aceea, semnele radiologice nu au nimic caracteristic sau nici nu apar. Apariția semnelor radiologice de cancer (lacună, nișă, rigiditate etc.), chiar când sunt discrete nu mai corespund cancerului incipient, localizat exclusiv la mucoasă, ci fazei parietale a neoplasmului gastric. Deci, se poate afirma că deși examenul radiologic evidențiază detalii fine de

mucoasă, problema depistării cancerului incipient, localizat exclusiv la mucoasă, nu este rezolvată. De aceea astăzi în literatura de specialitate se vorbește pe drept cuvânt de neoplasm de dimensiuni mici și nu despre cancer gastric incipient.

Semnele radiologice ale cancerului de dimensiuni mici diferă după localizarea tumorilor. Pe fețe, la examenul mucoasei apar modificări ale pliurilor cu aspecte de distensie, îngroșare nodulară și uneori întreruperi prin imagini lacunare. Se mai observă hipertransparențe cu contur șters și neregulat, mai vizibile la o compresie moderată.

Pe curburi, zona canceroasă apare ca un segment liniar rigid, lipsit de mișcări peristaltice (fig. 134).

Undele se opresc deasupra leziunii, trec peste segmentul res-

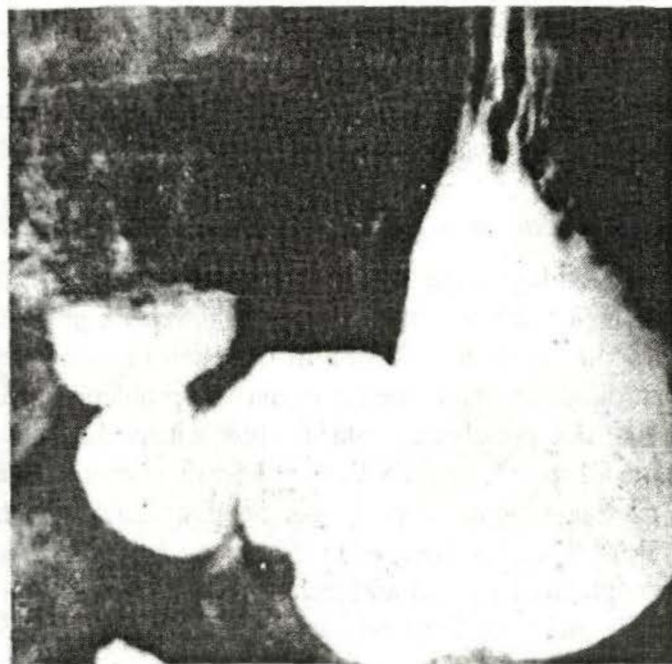


Fig. 134. Radiografia stomacului în repleţiune şi ortostatism evidenţiază o rigiditate segmentară a micii curburi gastrice orizontale.

pectiv și reapar dedesubt lăsând zona infiltrată nemodificată de ondulații, ca o scândură pe valuri. Când tumoarea este mai avansată, partea respectivă de contur prezintă aspect lacunar, contur neregulat cu aspect de trepte, policiclic, cu proeminențe sub formă de pinteni și cu contur șters în semiton.

În formele avansate ale variantei vegetante a cancerului, zonele lacunare sunt întinse ocupând porțiuni întregi ale fețelor și curburilor și modificând lumenul gastric (fig. 135). Prin infiltrarea tumorală partea invadată devine rigidă, iar pliurile se rup sau capătă un aspect îngroșat, neregulat și difuz. În asemenea cazuri apare efectul de pelotă; la o apăsare cu degetul sau cu un localizator mic pe zona infiltrată se evidențiază o zonă clară mult mai mare decât la țesutul sănătos, datorită proeminării tumorii în masa baritată. Forma ulcerantă a cancerului gastric apare radiologic ca o pată persistentă care proemină în interiorul lumenului (fig. 136). Ea prezintă în general o bază de implantare mai largă, având diverse forme: farfurie, triunghi etc. Contururile sale au caracter de malignitate: rigide, neregulate, cu pinteni și pliuri rupte, infiltrate (nu converg ca în ulcerația benignă). Rigiditatea și imaginea lacunară nu dispar la tratamentul medicamentos chiar dacă nișa se modifică, deși aceasta constituie o excepție.

În forma infiltrantă predomină modificările de formă și lumen. Anumite părți sau chiar tot stomacul se micșorează și se îngustează neregulat, cel mai des inegal, excentric luând un aspect de pâlnie cu baza în sus (fig. 137). Zona respectivă se transformă într-un tub rigid, cu pereți neregulați simulând uneori un peristaltism imobil (înghețat) prin care bariul trece repede dacă lumenul este suficient de larg. Pilorul poate fi modificat îmbrăcând diverse aspecte: alungit, scurtat, lărgit sau stenozat.

Radiodiagnosticul tumorilor gastrice benigne

Tumorile benigne sunt destul de rare în acest segment. O serie de statistici, având la bază un număr mare de autori, arată o frecvență

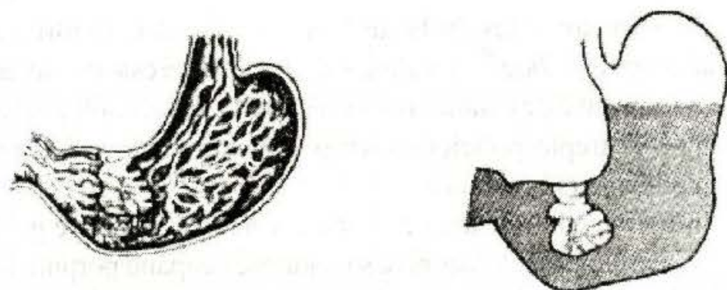


Fig. 135. Cancer gastric vegetant (schemă).

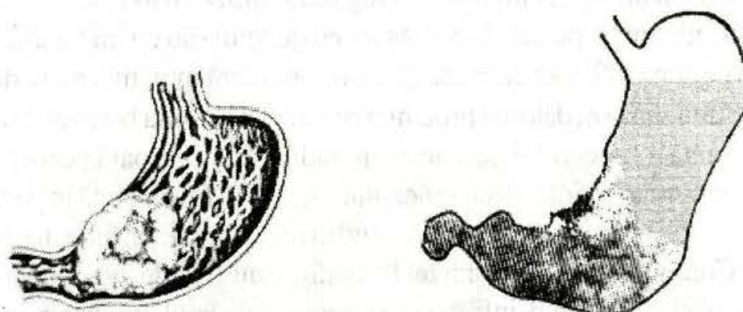


Fig. 136. Forma ulcerantă a cancerului gastric (schemă).

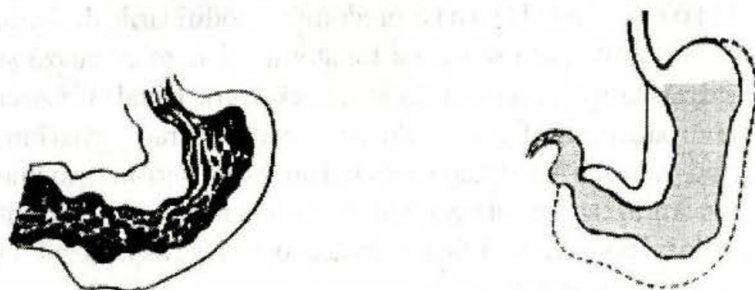


Fig. 137. Forma infiltrantă a cancerului gastric (schemă).

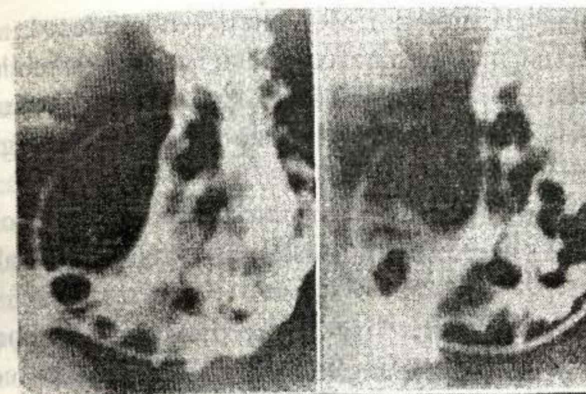


Fig. 138. Polipoză multiplă gastrică. Imagini lacunare multiple, bine delimitate.

de aproximativ 0,3% localizări gastrice. În general predomină polipii solitari şi multipli. În ordine descrescândă se întâlnesc fibroame pure, apoi cele asociate cu miomuri, adenoame, leiomiomuri.

Polipii nu prezintă pericol prin faptul că la stomac ei degenerează.

Diagnosticul radiologic al tumorilor benigne se bazează pe imaginea de *lacună* cu caracter benign: lacună cu contururi nete şi regulate, înconjurată de pliuri de mucoasă deviate, dar integre; aspectul motilităţii gastrice este normal (fig. 138).

Radiodiagnosticul bolilor intestinale

Malformaţiile congenitale

Unele dintre acestea sunt tolerate, fiind descoperite întâmplător cu ocazia unui examen radiologic sau a unei laparotomii. Altele însă produc, imediat după naştere sau mai târziu, tulburări însemnate de tranzit, care pot ajunge chiar la ocluzie intestinală.

M e z e n t e r u l c o m u n. În acest caz mezenterul primitiv nu se diferenţiază în diverse mezouri, rămânând comun pentru toate segmentele intestinale. Deşi adeseori această anomalie nu se manifestă clinic, este foarte util ca ea să fie diagnosticată radiologic, înaintea

unei eventuale laparotomii. Mezenterul comun aduce la aceea că nu se formează unghiul hepatic al colonului. Toate ansele subțiri sunt situate în partea dreaptă a abdomenului, iar segmentele colice în partea stângă. Cecul și ascendentul sunt situate median, lângă marginea stângă a coloanei vertebrale.

Mezenterul comun poate favoriza apariția unei ocluzii (prin valvulus) sau a unei invaginații, datorită mobilității anormale a anselor intestinale.

M e g a c o l o n u l c o n g e n i t a l (boala lui Hirschprung). Este vorba de o distonie aganglionară, cu achalazie a rectului sau sigmoidului. Se observă radiologic apariția semnelor generale de achalazie. Ca și în cazul achalaziei esofagului, apare radiologic o dilatare marcată a segmentelor normal inervate, în timp ce segmentul distal, hiperton, are un calibru normal sau îngustat.

S t e n o z e l e i n t e s t i n a l e pot fi produse de compresii extrinsece (periviscerită, tumori etc.), de infiltrații intrinsece inflamatorii sau neoplazice și de formații patologice în lumen (ascarizi, fecalom, calculi biliari). În stenozele jejunoileale apar, la examenul radiologic pe gol, imagini hidroaerice la nivelul segmentelor suprastenotice. Aceste imagini se proiectează în centrul abdomenului și sunt cu atât mai numeroase, cu cât obstacolul este situat mai distal. Se observă concomitent că în colon nu se găsește aer sau este în cantitate mică. Imaginile hidroaerice sunt bine conturate. În claritatea aerului din segmentele dilatate se recunosc pliurile Kerkring distinse.

În cazul unui obstacol colic, apar imagini hidroaerice înalte, având conturul liniei de nivel mai puțin clare (din cauza conținutului de materii fecale), situate în flanguri. În asemenea cazuri apare un număr redus sau numai o singură imagine hidroaerică concomitent cu prezența aerocolitei.

Spre deosebire de ileus, în stenoze tonusul nu este pierdut, tranzitul nu este total întrerupt, iar dilatația anselor suprastenotice este redusă.

I l e u s u l. În caz de ileus, tranzitul este total întrerupt; apar

fenomene grave de intoxicație și șoc prin distensie și tulburări vasculare la nivelul anselor intestinale.

Semnele radiologice de ileus se bazează pe atonia accentuată și generalizată (ileus dinamic) sau localizată în segmentele suprastenotice (ileus mecanic) și întreruperea completă a tranzitului. Aceste semne se manifestă prin apariția distensiei anselor intestinale și a nivelurilor hidroaerice (fig. 139). Ileusul situat la nivelul intestinului subțire se recunoaște prin prezența nivelurilor hidroaerice multiple, care se suprapun și au *diametrul transversal mai mare decât înălțimea*; conturul lor este precis delimitat, iar linia de nivel apare regulată. Aceste imagini sunt localizate în centrul abdomenului. Pliurile Kerkring nu pot fi de obicei observate în ileus, deoarece sunt total aplatizate prin atonia accentuată a anselor. Când obstacolul este situat la nivelul colonului, imaginile hidroaerice sunt puțin numeroase (deseori numai una sau două), așezate în flanguri, *mai mult înalte decât late*, având contur neclar, deoarece conținutul colic se lichefiază mai greu.

Stabilirea cauzei ileusului este o problemă și mai grea decât

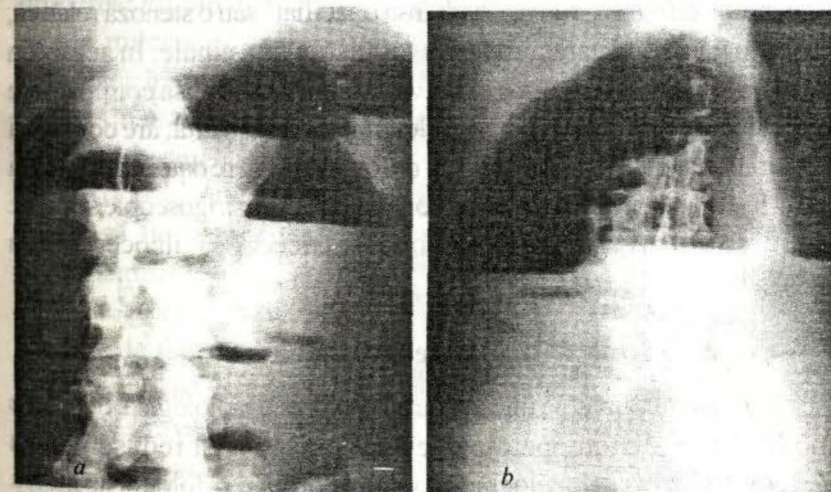


Fig. 139. Imagini hidroaerice cu aspect de stenoză a intestinului subțire (*a*) și a colonului (*b*).

recunoaşterea localizări. Radiologic, acest lucru este rareori posibil şi, în cazurile grave, nici nu este indicată prelungirea examenului în acest scop.

Ileusul dinamic apare ca o atonie generalizată a anselor intestinale în stările peritoneale acute, în colica hepatică sau nefretică, în tromboza arterelor mezenterice, după traumatisme abdominale sau după intervenţii chirurgicale.

Invaginaţia intestinală prezintă interes pentru radiolog atât la stabilirea diagnosticului, cât şi a tratamentului. Invaginaţia intestinală care apare la copiii mici este legată de o disfuncţie musculară. În acest caz este indicată încercarea de dezinvaginare prin irigoscopie. La adolescenţi şi adulţi, invaginaţia se datoreşte unor formaţii patologice periviscerale sau existente în lumen şi, de aceea aici este indicată numai intervenţia chirurgicală.

Examenul radiologic se execută prin radiografii pe gol şi irigoscopie. La examenul pe gol apar semne de stenoză intestinală care au fost descrise în paragrafele precedente. La irigoscopie se constată, în caz de invaginaţie colocolică, o stenoză absolută fără îngustarea lumenului, cu contur convex spre ansa opacifiată sau o stenoză relativă, care are un aspect caracteristic invaginaţiei intestinale. În acest din urmă caz, la nivelul stenozei relative, se constată că ansa conţinătoare este dilatată şi scurtată, cu haustrele împinse una în alta; are contururi opacifiate, iar interiorul prezintă un defect de umplere datorită prezenţei ansei invaginate în lumenul ansei conţinătoare. Prin irigoscopie se poate stabili sediul invaginaţiei: colocolică, ileocecolică, ileocecală sau ileoileală.

Inflamaţiile intestinale

Nu toate inflamaţiile intestinale au o expresie radiologică, deoarece modificările anatomopatologice sunt uneori prea reduse pentru aceasta. Existenţa semnelor radiologice de ordin morfologic ne indică prezenţa unei inflamaţii importante şi care evoluează de multă vreme; în fazele iniţiale ale bolii sau în cazurile mai uşoare, tabloul radiologic

este alcătuit numai din semne de ordin funcţional: distonie, dischinezie, tulburări de tranzit şi hipersecreţie.

Enteritele nespecifice. Semnele radiologice corespund tulburărilor de tonus, motilitate, secreţie şi resorbţie şi sunt observabile în enteritele acute sau cronice. Umplerea apare neomogenă, persistent pătată, petele având contururi şterse şi neregulate. Tranzitul este accelerat în general, dar inegal pe diferite anse. Din cauza distoniei, unele anse jejunoileale prezintă o umplere fragmentară (fig. 140). În fazele avansate cu edem marcat predomină aspectele de hipotonie şi hiperchinezie, cu stază, periviscerită şi chiar fistule. Când apar modificările de ordin morfologic, se observă pierderea autoplasticii, hipetrofia sau atrofia pliurilor de mucoasă.

Colitele. În colitele cronice se observă radiologic modificări de ordin morfologic ale mucoasei, precum şi tulburări de ordin funcţional. Semnele radiologice sunt localizate la nivelul segmentelor colice distale sau apar la nivelul întregului intestin gros. În procesele inflamatoare cronice ale mucoasei se observă radiologic îngroşarea pliurilor, care reţin între ele pete neregulate de bariu. Hipersecreţia face ca opacitatea segmentelor colice să fie neomogenă.

Fig. 140. Examen peroral; la 3 ore după ingerare tot intestinul apare umplut, cu anse inegale, mai îngustate, fracţionat umplute şi mai spastice spre ileon.

Imaginile de nişe apar în colitele grave, unde pot fi vizibile de faţă, la examen în dublu contrast sau de profil. Cazurile grave şi cu evoluţie lungă prezintă o mucoasă atrofiată, fără relief, care la examenul radiologic apare

amorfă şi neomogen opacifiată. Haustrele tind să dispară. Afectarea tuturor straturilor peretelui intestinului gros, în cazurile cu evoluţie lungă, se manifestă radiologic prin îngustarea difuză şi scurtarea segmentelor colice, care devin infiltrate şi atone, unghiurile colice se şterg, încât colonul apare aproape drept.

Semnele radiologice de ordin funcţional au aceeaşi valoare ca şi în cazul enteritelor, ele se manifestă în primul rând printr-o hipertonie care determină o umplere fragmentară.

Diverticulii intestinali

Aspectul radiologic, patogenia şi complicaţiile diverticulilor sunt identice celor descrise la capitolul de patologie esofagiană.

Diverticulii intestinului gros se caracterizează prin faptul că adesea sunt diverticuli falşi, care apar la hernierea mucoasei în locurile de minimă rezistenţă a musculaturii, cum este cazul orificiilor vasculare de pe faţa mezenterică a intestinului gros sau a zonelor de slăbire a peretelui muscular, apărute la oamenii în vârstă, care suferă de constipaţie etc. Cele mai frecvente sunt localizările singmoidiene, după care urmează în ordine cecul, ascendentul, descendentul şi unghiul splenic. Diverticulii intestinului gros urmează evoluţia clasică, având la început aspect de spicule în care pătrunde substanţa baritată. Ulterior se dilată treptat, luând forma caracteristică descrisă şi la alte organe. Când prezintă modificări inflamatoare (diverticulite) sunt mai greu de evidenţiat datorită, pe de o parte, spasmului peretelui învecinat, iar pe de altă parte, faptului că prezintă o umplere mai neomogenă şi un contur mai neregulat, însoţite de durere la presiune. La examenul de mucoasă, întreaga suprafaţă a mucoasei colice din jur apare modificată, îngroşată, neregulată şi edematoasă. În unele cazuri pot apărea perforaţii cu semne clinice tipice de reacţie peritoneală şi cu imagine radiologică de pneumoperitoneu.

Tumorile intestinale

T u m o r i l e i n t e s t i n u l u i s u b ţ i r e apar mai rar decât cele ale stomacului sau colonului. Semnele clinice sunt mult timp necaracteristice, iar în fazele incipiente bolnavii sunt asimptomatici. De obicei, motivul pentru care bolnavii sunt trimişi la examenul radiologic este apariţia unei stenoze intestinale, a unui ileus sau a unei hemoragii. De aceea, orice întârziere a tranzitului jejunoileal trebuie să ne atragă atenţia asupra posibilităţii unei stenoze de natură tumorală.

Tumorile benigne (polipi, lipomuri, angioame) sunt de obicei clinic asimptomatice, până în momentul apariţiei unei invaginaţii sau a unei hemoragii, care face necesară intervenţia chirurgicală de urgenţă. Deoarece bolnavii vin deseori în faza de stenoză intestinală, trebuie executate în prealabil radiografii pe gol, a căror valoare şi interpretare au fost explicate cu ocazia descrierii semnelor radiologice de stenoză şi ileus.

Radiodiagnosticul diferenţial între tumorile maligne şi benigne jejunoileale nu este de obicei posibil, adesea această deosebire nu se poate face nici la examenul anatomopatologic macroscopic. Semnele radiologice cel mai frecvent se manifestă prin stenoză, invaginaţie, imagini de nişe mari pseudodiverticulare şi fixarea ansei. Lacunele au de regulă un aspect pseudopolipos, uneori cu contururi policiclice. La acest nivel pliurile de mucoasă dispar, iar cele din apropierea tumorii sunt deviate. Adenocarcinomul este tipul cel mai frecvent întâlnit de tumoare malignă a intestinului subţire.

T u m o r i l e c o l o n u l u i. Tumorile colice se observă radiologic într-o fază avansată, pentru că semnele clinice sunt necaracteristice la început. Adeseori, bolnavii sunt trimişi pentru examen radiologic numai după ce apar hemoragii şi tulburări evidente de tranzit.

Examenul radiologic al intestinului gros se face în repleţiune, în strat subţire, după evacuarea clismei opace, şi cu dublu contrast.

Tumorile colice sunt în majoritatea cazurilor adenocarcinoame localizate cel mai frecvent rectosigmoidal şi la nivelul cecoascendentului. Semnele radiologice ale cancerului de colon sunt asemănătoare celor ale intestinului subţire; ca şi în cazul tumorilor jejunoileale, semnul radiologic principal este stenoza (fig. 141). În cancerul de colon, stenoza este produsă nu numai de procesele neoplazice vegetante şi infiltrative, ci se adaugă şi un proces important de pericolită, care determină atât accentuarea fenomenelor de stenoză, cât şi interesarea unui segment colic întins în vecinătatea procesului neoplazic. Ca şi în cazul tumorilor jejunoileale, se observă concomitent lacune policiclice, zone de rigiditate şi fixări ale segmentelor infiltrate. Examinarea reliefului de mucoasă este necesară şi pentru diagnosticul diferenţial cu stenozele din pericolită şi compresiile extrinsece, unde pliurile apar de obicei integre.

Tumorile benigne ale colonului sunt mult mai rare decât cele maligne. De obicei se întâlnesc polipi şi lipomuri care se manifestă clinic prin hemoragii şi fenomene de invaginaţie. Polipii sunt unici sau multipli şi se manifestă prin aceleaşi semne radiologice ca şi la

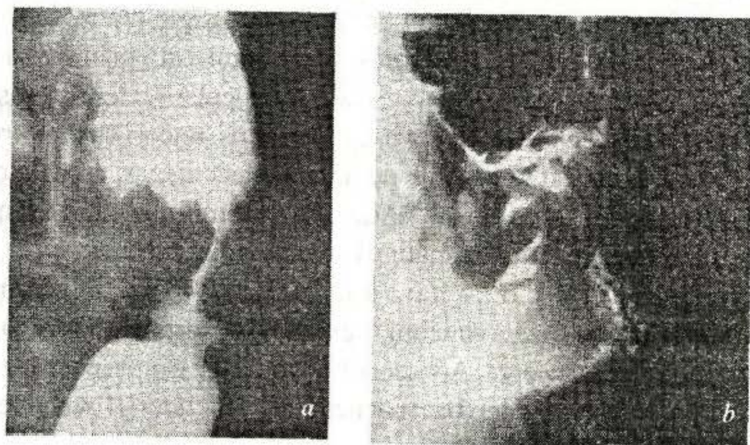


Fig. 141. Cancer stenozant al descendentului: *a* – după introducerea de bariu prin clismă; *b* – după examenul cu dublu contrast.

celelalte segmente ale tubului digestiv – lacună cu contururi nete şi regulate, înconjurată de pliuri de mucoasă deviate, dar integre.

Deoarece există posibilitatea malignizării polipilor, este necesar ca aceştia să fie observaţi prin irigoscopii repetate la intervale regulate. Putem suspecta malignizarea unui polip atunci când el creşte rapid, când prezintă o bază lată de implantare şi, mai ales, atunci când peretele colic prezintă o rigiditate retrasă din contur la nivelul implantării tumorii polipoase.

Capitolul VII

EXAMENUL RADIOLOGIC AL FICATULUI ŞI CĂILOR BILIARE

Particularităţile morfologice şi fiziologice ale ficatului au contribuit la dezvoltarea numeroaselor probe clinice, de laborator şi instrumentale în diagnosticul preventiv al bolilor sistemului hepatobiliar. Ficatul este un organ complex cu funcţii metabolice, intervenind în metabolismul glucidelor, proteinelor, lipidelor şi în procesele de detoxificare. În acelaşi timp el este şi o glandă exocrină care produce bila. Investigaţiile au menirea să cerceteze funcţia şi morfologia sistemului hepatobiliar. Ele sunt grupate în trei loturi. *Din primul lot* fac parte metodele radiologice de cercetare a particularităţilor anatomo-topografice şi anume: radiografia de ansamblu, colangiografia retrogradă transduodenală, colangiografia intraoperatorie, colangiografia transcutană, fistulocolangiografia, splenoportografia, sonografia, tomografia computerizată, rezonanţa magnetică nucleară. *În lotul doi* sunt incluse metodele radiologice de cercetare a aspectului anatomofuncţional al ficatului şi căilor biliare. Din ele fac parte: colecistografia, colangiocolecistografia intravenoasă, scanografia, scintigrafia, hepatobiliscintigrafia. Metodele radiologice incluse *în lotul trei* oferă posibilităţi reale în cercetarea funcţiei sistemului reticuloendotelial şi a hepatocitelor prin intermediul gamahronografiei.

Radiografia de ansamblu

Radioscopic şi radiografic ficatul formează o opacitate destul de intensă de formă triunghiulară. Conturul superior coincide cu imaginea hemidiafragmului drept, formând un arc concav îndreptat cranial.

Conturul extern al lobului drept se vizualizează datorită stratului adipos situat între muşchii toracali şi abdominali. Stratul adipos se manifestă radiologic printr-o fâşie transparentă. Analizând marginea internă a acestei fâşii, obţinem informaţii indirecte despre suprafaţa ficatului. Marginea anterioară a ficatului corespunde conturului inferior al opacităţii organului pe radiogramă şi se evidenţiază clar dacă în intestinul gros se conţine puţin gaz. Vezicula biliară, căile biliare şi vasele extra- şi intrahepatice pe o radiogramă nativă nu se vizualizează. În unele maladii ale sistemului hepatobiliar (SHB) radiograma de ansamblu poate scoate în evidenţă prezenţa calculilor biliari opaci sau micşti intraveziculari, migraţi pe canalele biliare, sau calcificări ale pereţilor veziculei. În fistulele biliodigestive vezicula biliară şi căile biliare pot fi determinate dacă în lumenul lor pătrunde aer. De asemenea radiografic se pot evidenţia calcificările unui chist hidatic intrahepatic.

Metodele de opacifiere a veziculei şi căilor biliare sunt: colecistografia, colangiografia intravenoasă, intraoperatorie, laparoscopică şi retrogradă în timpul gastroduodenoscopiei. Colecistografia şi colangiografia intravenoasă permit să se studieze aspectul morfologic şi funcţional al veziculei şi căilor biliare. Colangiografia intraoperatorie, laparoscopică şi retrogradă oferă numai date referitoare la starea morfologică.

C o l e c i s t o g r a f i a este metoda ce permite să se evidenţieze prezenţa calculilor de colesterol şi să se studieze funcţia de concentrare şi evacuare a veziculei.

Substanţa opacă (bilimin, iopognost, holevid, vizipac), ingerată cu 12 ore înainte de a începe investigaţia, este absorbită la nivelul intestinului subţire şi de aici, prin vena portă trece în bilă, pe care o opacifiază. Pentru ca vezicula să fie golită înainte de a ajunge bila opacifiată în ea, în seara anterioară examenului radiologic bolnavul mănâncă 25 g de unt sau 2 ouă crude. Se curăţă intestinul gros cu 2 clisme. La 12–14 ore după ingerarea substanţei de contrast se face prima radiografie. Colecistul normal apare radiologic ca o opacitate

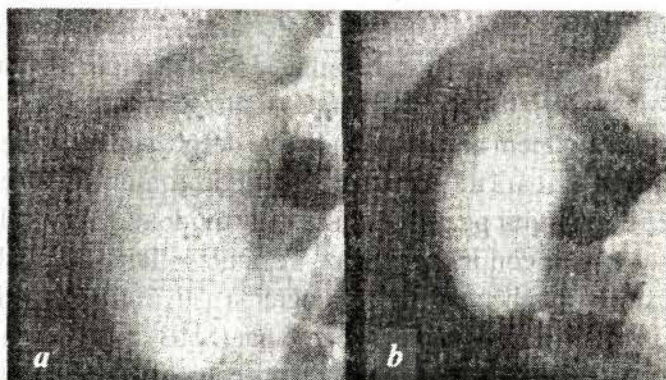


Fig. 142. Colecistografie per os (*a*). După ingerarea excitantului alimentar volumul colecistului se reduce (*b*).

periformă, lungă de 4–10 cm, paralelă cu marginea dreaptă a vertebrelor lombare şi situată în unghiul pe care îl formează coasta a XII-a cu coloana vertebrală. Polul inferior al colecistului este situat la nivelul vertebrelor L_2–L_4 (fig. 142).

În cazul unei vezicule cu conţinut calculos (calculi de colesterol) opacitatea apare neomogenă, prezentând zone clare, înconjurate de bila opacifiată.

În cazul unei tulburări a funcţiei de concentrare a veziculei, intensitatea opacităţii este slabă, vezicula fiind abia vizibilă.

Funcţia de evacuare se studiază prin radiografierea din nou a veziculei la 45 minute după ingerarea a două gălbenuşuri de ou. În mod normal, după acest timp, vezicula, prin contracţiile produse de prânzul gras, se goleşte (3/4 din volumul iniţial). O evacuare întârziată a bilei opacifiate arată o atonie veziculară.

Colangiocolecistografia intravenoasă este o metodă mai recentă, care permite studiul nu numai a veziculei, ci şi a cisticului şi coledocului (fig. 143)

Se foloseşte ca substanţă de contrast bilignostul, biligrafinul sau bilivistanul, care se introduce intravenos.

Substanţa opacă apare în căile biliare şi în veziculă după 15 minute de la injectare, şi devine maximă la 2 ore. Radiografiile se fac la 15,

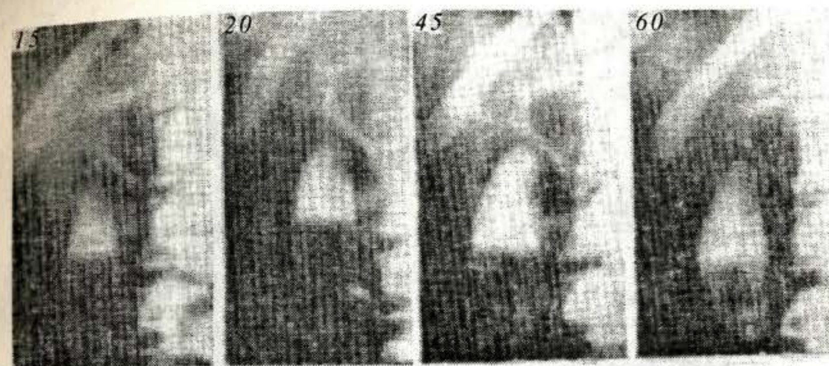


Fig. 143. Colangiocolecistografie intravenoasă. Cifrele pe radiograme indică timpul (min) după introducerea substanţei de contrast. Se evidenţiază ductul cistic şi coledocul.

30, 60 şi 120 de minute de la administrare. Funcţia de evacuare se studiază asemenea celei din colecistografia per os. Această metodă permite să se studieze aspectul morfologic şi funcţional al căilor biliare, să se determine prezenţa calculilor biliari, veziculari sau migraţi pe căile biliare, precum şi starea funcţională a sfincterelor (Mirizi, Lutkens, Oddi).

În caz de insuficienţă a sfincterului Oddi, de spasm al sfincterului Lutkens sau de prezenţă a numeroşi calculi intraveziculari nu se poate obţine umplerea veziculei. Pentru distingerea veziculei se folosesc preparate farmacodinamice care măresc tonusul sfincterelor (morfină, codeină, prozerină). Aceste medicamente, contractând sfincterul Oddi, fac posibilă umplerea veziculei biliare şi evidenţierea stărilor patologice.

Datele morfologice şi funcţionale pe care le poate oferi colangiocolecistografia soluţionează multe probleme de diagnostic al colecistopatiilor calculoase şi necalculoase, care clinic nu prezintă o simptomatologie concludentă.

Colangiocolecistografia retrogradă se execută sub controlul duodenoscopiei; cea laparoscopică – sub controlul laparoscopului. Substanţa de contrast se introduce retrograd.

Colangiografia intraoperatorie se execută pe masa

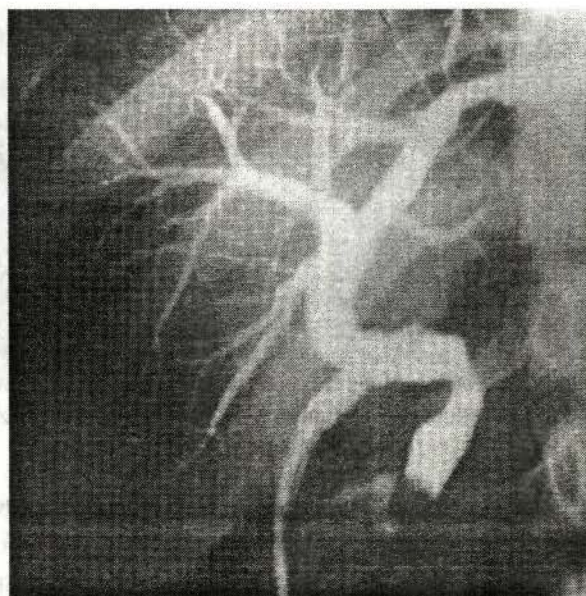


Fig. 144. Colangiografie intraoperatorie. Substanța opacă este introdusă prin ductul cistic.

de operație, prin introducerea substanței opace direct în vezicula sau cistic (fig. 144). Prin această metodă, ca și în cazul colangiografiei retrograde, se studiază permeabilitatea căilor biliare. În cazul unor calculi migrați în canale, substanța opacă prin oprirea la nivelul obstacolului, indică poziția și locul unde trebuie să intervină chirurgul. De asemenea pune în evidență modificările coledocului sau cistului produs de stări inflamatoare, precum și de modificări inflamatoare pancreatice. Această metodă evidențiază astfel indirect stări patologice pancreatice.

T o m o g r a f i a c o m p u t e r i z a t ă. Imaginea ficatului pe tomograma computerizată depinde de nivelul sectorului cercetat. Dacă examenul radiologic începe din partea superioară a organului, atunci la nivelul vertebrelor IX–X toracale apare opacitatea lobului drept, iar la a X–XI vertebre a celui stâng. Următoarele imagini denotă o structură omogenă a ficatului cu o densitate de +50 +70 H. Contururile

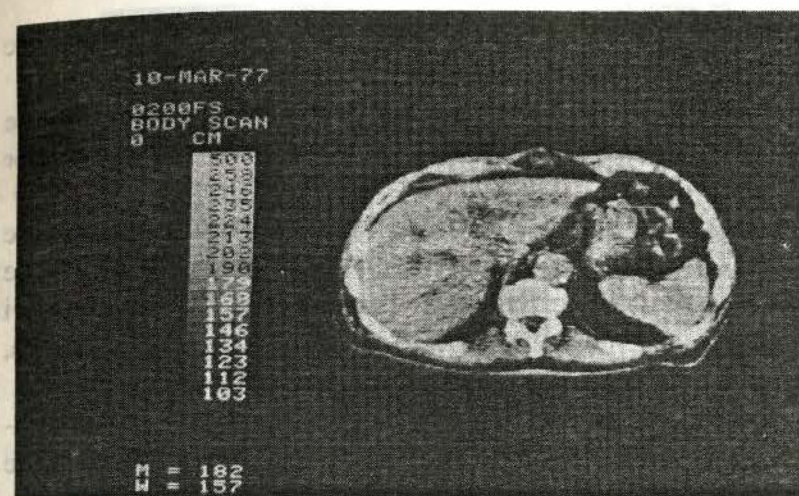


Fig. 145. Tomogramă computerizată. Metastaze multiple în ficat.

organului sunt nete și clare. Pe fondul țesutului hepatic poate apărea imaginea vaselor sanguine de o densitate puțin mai redusă (+30, +50 H). Destul de clar se vizualizează hilul hepatic cu vena porte, poziționată posterior, iar anterior pe dreapta de ea – ductul hepatic comun, care în aspect normal se contureaza slab. La nivelul vertebrelor XI sau XII toracale apare imaginea veziculei biliare de formă rotundă sau eliptică, bine conturată, situată în interiorul lobului drept sau vizavi. Densitatea veziculei biliare este de +10 H. Peretele organului de formă liniară se evidențiază numai pe suprafața antero-medială unde vezicula este situată extrahepatic.

În diferite maladii hepatice imaginea organului și a veziculei biliare suferă unele modificări de formă și densitate. Așadar, cancerul hepatic și metastazele se caracterizează printr-o afecțiune în focar multiplă sau solitară cu contururile clare sau șterse, de o densitate deseori egală cu cea a parenchimului hepatic (fig. 145). Diagnosticul de certitudine în asemenea cazuri este posibil doar după ce imaginea se intensifică cu ajutorul substanțelor de contrast. Tumorile benigne, hemangiomul, chistul hidatic, abcesul au o densitate cu mult inferioară

densității parenchimului hepatic și pe tomogramă apar ca zone rarefiate "de formă și dimensiuni" diverse.

Alterările hepatice difuze se depistează mai greu decât cele de focar, iar imaginea lor depinde de factorul etiologic, gradul schimbărilor morfologice, coeficientul de absorbție și contururile organului.

Ciroza hepatică se caracterizează printr-o mărire sau micșorare difuză (în grade avansate) a dimensiunilor ficatului, tuberozitate de contur și reducerea densității. Prin intermediul tomografiei computerizate pot fi depistate și leziunile asociate în ciroza hepatică, cum ar fi: ascita, splenomegalia și dilatarea venelor esofagiene.

Distrofia adipoasă a ficatului se manifestă pe tomograma computerizată printr-o densitate redusă a țesutului hepatic, traversată de opacificeri liniare ale vaselor sanguine intrahepatice.

Dintre afecțiunile veziculei biliare mai frecvent se depistează îngroșarea pereților organului în procesele inflamatoare cronice, calculii solitari sau multipli de dimensiuni mai mari de 5 mm și tumorile. Ultimele, tomografic au imaginea unor formațiuni tisulare suplimentare, situate în pereții veziculei biliare.

Examenul radiologic al splinei

În mod normal, splina apare vizibilă radiologic prin opacitatea ei, care în cazul aerocoliei stângi este și mai pronunțată, cu forma și dimensiunile cunoscute din anatomie. În cazurile patologice, opacitatea splinei este mărită, făcând-o și mai ușor vizibilă.

O metodă suplimentară de evidențiere și mai precisă a splinei constă în introducerea aerului în colon (insuflarea colonului) sau pneumoperitoneul (introducerea aerului în cavitatea peritoneală); aerul prin transparența lui, mărește contrastul cu opacitatea splinei.

În unele cazuri, radiografia poate evidenția chistul hidatic calcificat datorită opacităților liniare circulare în interiorul opacității splenice.

Splenoportografia este o metodă radiografică care permite să se studieze patologia venei splenice, a rețelei venoase prehepatice și

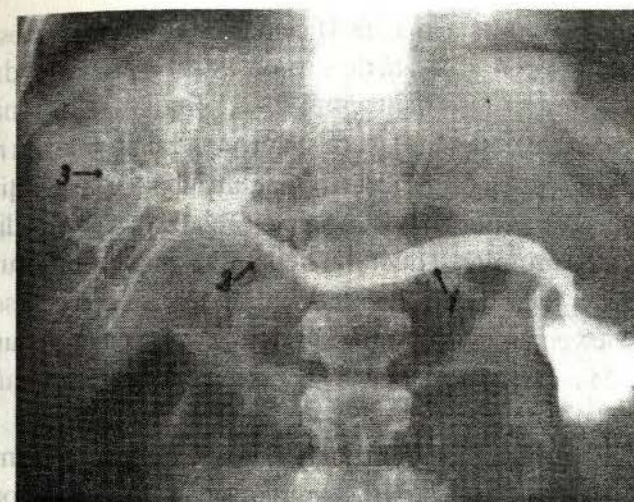


Fig. 146. Splenoportografie. Substanța opacă la nivelul splinei are aspect de "mocirlă". Se evidențiază vena splenică, porta și venele intrahepatice.

hepatice. Se injectează transcutan în parenchimul splenic o substanță de contrast hidrosolubilă iodată concentrată (60–70%). Se radiografiază momentul când substanța opacă se află în vena splenică, în vasele subhepatice și în cele hepatice (fig. 146).

Substanța opacă are întâi aspect de "mocirlă" la nivelul splinei, apoi formează câteva traiecte opace orientate spre vena splenică și de aici spre ficat.

Prezența unor vene colaterale mai numeroase, modificările traiectului vascular denotă stări patologice pancreatice și hepatice.

Examenul ecografic al sistemului hepatobiliar

Examenul ecografic al sistemului hepatobiliar are o serie de avantaje comparativ cu alte metode radiologice de cercetare. În primul rând sonografia este anocivă, nu necesită folosirea contrastantelor, nu provoacă reacții din partea țesutului organului cercetat. În al doilea rând pregătirea pacientului este minimală. Sonografia poate fi efectuată bolnavilor în stări grave și în cazuri de urgență.

La subiecții normali imaginea ficatului este omogenă, ecostructura micronodulară condiționată de stromă, vasele sanguine, ducturile biliare și ligamente. Lobii hepatici sunt delimitați de o zonă ovală, hiperecogenă ce corespunde ligamentului rotund al ficatului. În regiunea hilului hepatic se determină niște formațiuni tubulare cu pereții înguști ce corespund venei porta care are peretele relativ mai gros și diametrul de 1–1,2 cm, arterelor și ductului hepatic comun de calibru până la 0,7 cm. Arterele și ducturile biliare intrahepatice nu se observă, pe când vasele venoase se conturează clar având forma unor dungi econegative. Mai clar se evidențiază venele hepatice care vehiculează în vena cavă inferioară.

Vezicula biliară sonografic apare ca o formațiune omogenă, econegativă de formă ovală cu contururile clare. Dimensiunile organului sunt diferite și variază între 6–12 cm în lungime și 2–4 cm în lățime. Grosimea peretelui în regiunea fundală și a corpului e de 2 mm, iar a fundibulului și colului – de 3 mm.

Posibilitățile de diagnostic ale sonografiei în alterările hepatice difuze sunt relativ reduse și așa afecțiuni, cum ar fi hepatitele denotă pe sonogramă o mărire a organului cu parenchimul neomogen. În ciroza hepatică pe fondul structurii neomogene se depistează focare de diferită ecogenitate. Ramurile intrahepatice a venei porta sunt îngustate, iar venele porta și lienală sunt dilatate, simptom caracteristic hipertensiunii portale. În grade avansate când la ciroză se asociază ascita, sonografic în cavitatea abdomenului se vizualizează acumulări de lichid.

Din afecțiunile nodulare cu certitudine sunt depistate chisturile hidatice care sonografic se caracterizează ca o formațiune econegativă de formă ovală ce are contururile bine delimitate și peretele subțire (fig. 147). Se întâlnesc chisturi solitare sau multiple de diferite dimensiuni. Chisturile cu un diametru mai mic de 0,5 cm nu se vizualizează dacă în capsulă nu sunt depuneri calcaroase. Depunerile calcaroase marginale de formă inelară se întâlnesc mai frecvent în echinococoză.

Fig. 147. Sonograma ficatului. Chist în ductul biliar comun.

Pentru hemangiomul hepatic e caracteristică o zonă hiperecogenă de formă ovală sau rotundă, bine delimitată, cu textură omogenă.

Hepatomul pe sonogramă denotă un sector cu densitatea neuniformă și contururile neregulate. Focarele de necroză sunt econegative, iar edemul marginal cu conturul estompat are formă de lizereu.

Metastazele hepatice pe sonogramă formează diferite sectoare econegative sau ecopozitive situate în parenchimul intact. Un rol deosebit îl are sonografia în diagnosticul maladiilor veziculei biliare și mai ales în depistarea calculilor. Ultimii pe sonogramă formează zone de o ecogenitate sporită urmate de conul acustic (fig. 148). Sensibilitatea metodei în asemenea cazuri atinge circa 95–99%, iar dimensiunile minimale ale calculilor vizualizați sunt de 1,5–2 mm.

În cazul proceselor inflamatoare ale veziculei biliare pe sonogramă se determină modificări ale dimensiunilor, care pot fi mărite sau micșorate, deformări și îngroșări ale pereților, reducerea densității și apariția neomogenității pe aria organului.

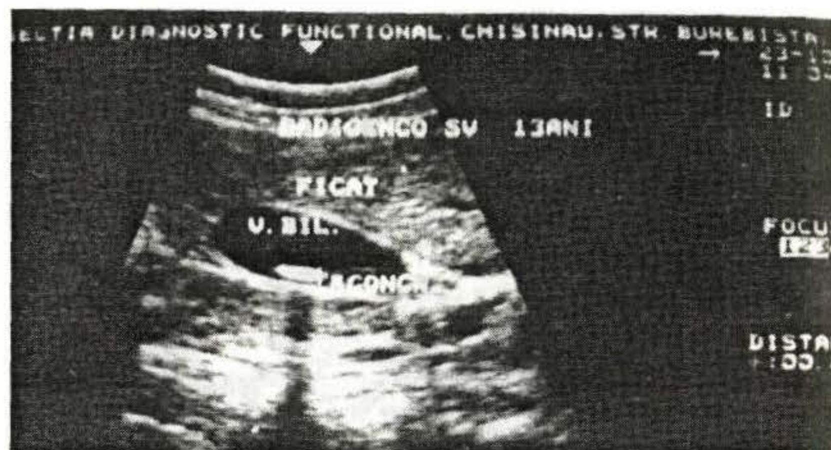


Fig. 148. Sonograma veziculei biliare. În veziculă se depistează un concrement cu ecogenitate sporită și conul acustic.

Explorarea morfologică și funcțională a ficatului

Particularitățile morfologice și funcționale ale ficatului au contribuit la dezvoltarea numeroaselor probe clinice, de laborator și instrumentale în diagnosticul preventiv al bolilor sistemului hepatobiliar. Un rol important în acest complex îl joacă metodele radionuclide menite să cerceteze multilateral diverse stări funcționale ale organului.

Pentru a cerceta funcția de protecție a ficatului sau așa-numita acțiune fagocitară a celulelor Kupffer, sunt folosite preparate radiofarmaceutice din grupul coloidal marcate cu ^{198}Au, ^{99m}Tc, ^{113m}In; funcția de dezintoxicare și excreție biliară e analizată cu ^{131}I – roz Bengal; ^{123}I sau ^{131}I sulfuri cu brom; ^{99m}Tc – IDA (N – acid imidoacetic), ^{99m}Tc – HIDA, iar procesele metabolice ale celulelor poligonale cu aminoacizi marcați (^{75}Se – selenometionină).

Pentru a evidenția pool-ul sanguin sunt folosite substanțe marcate cu ^{99m}Tc sau ^{113m}In. Studiile statice și dinamice cu aceste radiofarmaceutice oferă posibilitatea deferențierii neoplasmelor de chisturi.

Examenul radiologic al absorbției și excreției hepatice

Absorbția și excreția hepatică e îndeplinită de celulele epiteliale de formă poligonală ce poartă denumirea de *hepatocite*. Metoda se bazează pe proprietățile pur caracteristice hepatocitelor de a absorbi din sânge unele substanțe marcate, a le inactiva și excreta prin bilă direct în intestin. În calitate de agent radiofarmaceutic e folosit roz Bengal marcat cu ^{131}I.

Bolnavii, cu 2–3 zile înainte de examinare, primesc soluție Lugol (3–5 picături zilnic), cu scopul de a inhiba glanda tiroidă. Procedura se efectuează dimineața pe nemâncate. PRF este injectat i/v cu o activitate de 0,5 MBq. Bolnavul e poziționat în decubit dorsal. Trei detectori ai sistemului de înregistrare sunt instalați respectiv în proiecția inimii, lobului drept hepatic și a duodenului.

La subiecții normali curba hepatică e alcătuită din patru segmente (fig. 149). Primul segment (vascular) remarcă o ascensiune bruscă timp de 40–50 secunde, care trece în următoarele 20–25 min într-un "povârniș domol" și atinge înălțimea maximă la 30 min. Valorile acestui

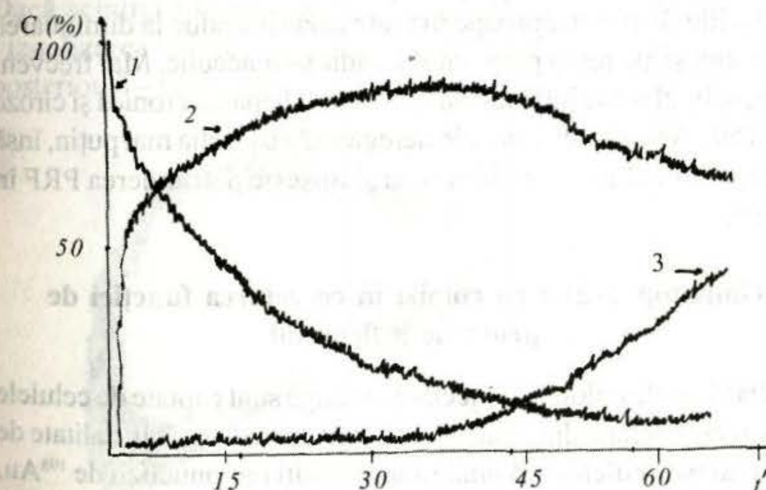


Fig. 149. Curbele examenului radiologic al absorbției și excreției hepatice: *1* – curba precardiacă; *2* – dinamica RF în ficat; *3* – tranzitul intestinal.

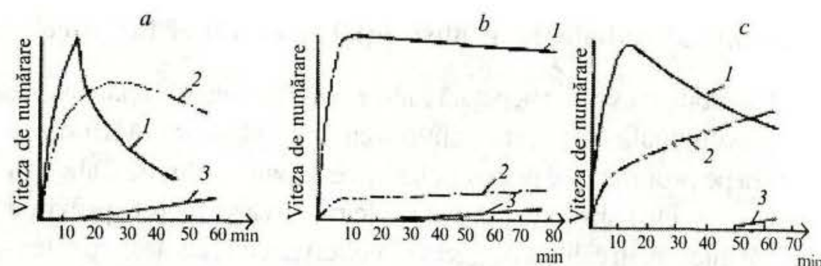


Fig. 150. Radiohepatografie: *a* – hepatită cronică; *b* – ciroză hepatică; *c* – icter retențional. Dinamica RF: *1* – în sânge; *2* – în ficat; *3* – în intestine.

segment ne indică starea de absorbție a celulelor poligonale. În următoarele 15–20 min curba hepatică se include în platou, care indică stabilirea unui echilibru temporar între fixarea și excreția hepatică. Al patrulea segment, care este o pantă descendentă, exprimă excreția substanței radioactive în căile biliare.

Dacă permeabilitatea căilor biliare e normală, substanța de contrast va apărea în lumenul intestinului subțire nu mai târziu de 30 min după injectare. Cantitatea ei se va mări brusc după consumarea produselor alimentare cu proprietăți colecistochinetice.

Bolile ficatului, aproape în toate cazurile, aduc la diminuarea absorbției și excreției preparatului radiofarmaceutic. Mai frecvent aceste schimbări se întâlnesc la bolnavii cu hepatită cronică și ciroze (fig. 150). Icterele retenționale deregleazã absorbția mai puțin, însă excreția biliară e brusc diminuată și lipsește pătrunderea PRF în duoden.

Gamatopografia cu coloizi în cercetarea funcției de protecție a ficatului

Particulele coloidale injectate în sânge sunt captate de celulele reticuloendoteliale din ficat, splină și măduva osoasă. În calitate de trasori ai particulelor coloidale sunt folosiți radionuclizii de ^{198}Au, ^{99m}Tc și ^{113m}I. Bolnavii nu necesită o pregătire specială față de această procedură. PRF se injectează intravenos având o activitate

de 10–20 MBq pentru ^{198}Au; 100–400 MBq pentru ^{99m}Tc și 80–150 MBq pentru ^{113m}In. Gamatopogramele se analizează în trei incidențe: anterioară, posterioară și laterală din dreapta.

Imaginea anterioară a ficatului normal apare de formă triunghiulară cu marginile curbilinii. Marginea superioară, mulată sub diafragmă, reprezintă partea cea mai înaltă a lobului drept – domul hepatic. Marginea internă, ce corespunde lobului stâng, ajunge până la apendicele xifoid. Marginea inferioară formează un unghi ascuțit cu cea superioară și coboară sub rebordul costal, până în vârful lobului drept. Marginea externă convexă, mulată pe peretele toracic, corespunde în întregime lobului drept.

Fixarea trasorului la nivelul ficatului este uniformă și reprezintă o intensitate sporită a activității în centrul imaginii, unde masa ficatului e mai mare, și o diminuare lentă la periferie (fig. 151).

Imaginea posterioară a ficatului este practic simetrică celei anterioare. Fixarea trasorului la nivelul lobului stâng e brusc diminuată datorită compresiei venei cave inferioare, a coloanei vertebrale, a sternului, cât și datorită creșterii distanței dintre ficat și detector. Dacă scintigrafia se efectuează cu sulfură de techneţiu ^{99m}Tc, vizualizarea splinei – atât în incidență anterioară, cât și în cea posterioară – face parte din aspectul scintigrafic normal.

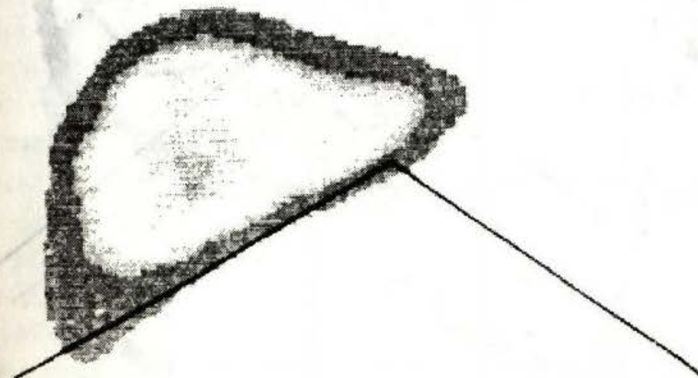


Fig. 151. Scanograma ficatului normal cu coloizi.

I m a g i n e a d e p r o f i l d r e a p t ă cel mai des are forma unui triunghi dreptunghic, cu un unghi drept postero-superior şi ipotenuza anterioară convexă şi aproape verticală. Alteori imaginea are formă de romb.

Principala indicaţie a gamatopografiei hepatice este determinarea mărimii, formei şi poziţiei formaţiunilor din categoria tumorilor primare şi metastatice, a chisturilor, a abceselor hepatice şi extrahepatice, a traumatismelor; de asemenea ea este indicată pentru determinarea distribuţiei integrităţii funcţionale hepatice în cadrul unor afecţiuni difuze, cum ar fi, de exemplu, ciroza, cât şi pentru stabilirea etiologiei icterului.

Hepatitele acute gamatopografic sunt reprezentate printr-o mărire globală a tabloului ficatului. Conturul organului este atenuat, iar acumularea trasorului este difuz dereglată şi intensitatea lui sporită (fig. 152).

Hepatitele cronice şi cirozele au o acumulare a PRF diminuată. Dacă hepatitele cronice mai repartizează pe toată aria PRF uniform, atunci cirozele remarcă o fixare a radiofarmaceuticului evident neomogenă, cu numeroase zone de hipofixare. Imaginea întreagă a

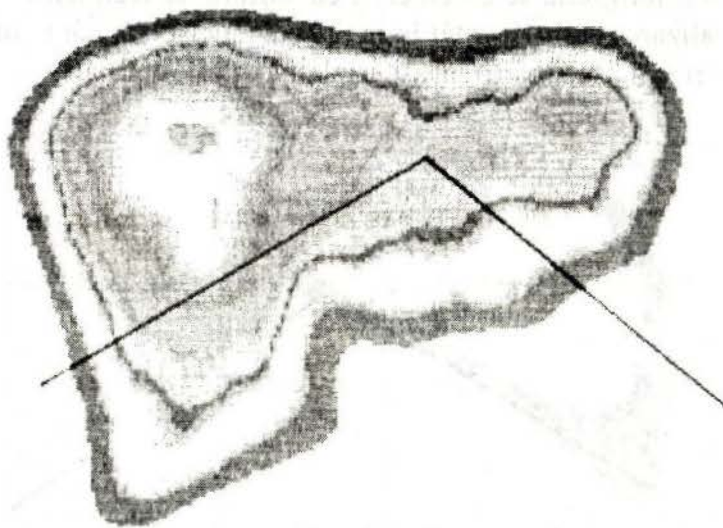


Fig. 152. Scanograma ficatului cu hepatită cronică.

ficatului capătă un aspect "pestriţ". Coloizii radioactivi neacumulaţi de ficat sunt captaţi de celulele reticuloendoteliale din alte organe şi mai ales la nivelul splinei şi măduvei osoase. La subiecţii normali nivelul de fixare a substanţei coloidale în ficat e de 15 ori mai mare decât în splină, raportul fiind de 15:1. Diminuarea funcţiei de baraj a ficatului face acest raport de 10:1, iar tulburările avansate – de 5:1. Aşadar, pentru afecţiunile difuze ale ficatului sunt caracteristice următoarele sindroame:

– dimensiunile organului mărite, acumularea PRF diminuată şi neuniformă;

– dimensiunile ficatului micşorate; fixarea PRF diminuată şi neuniformă;

– dimensiunile ficatului mărite sau micşorate cu acumularea PRF diminuată şi neomogenă, concomitent se determină un grad înalt de fixare a PRF la nivelul splinei.

Un rol important îl joacă gamatopografia în diagnosticul afecţiunilor hepatice ce produc modificări scintigrafice de fixare în focar (solitare sau multiple). Pentru acest tip de afecţiuni scintigrafia hepatică are o valoare specială, datorită faptului că este o metodă simplă, atraumatică, care oferă informaţii utile referitoare la prezenţa sau absenţa proceselor intrahepatice. Ea oferă date suplimentare

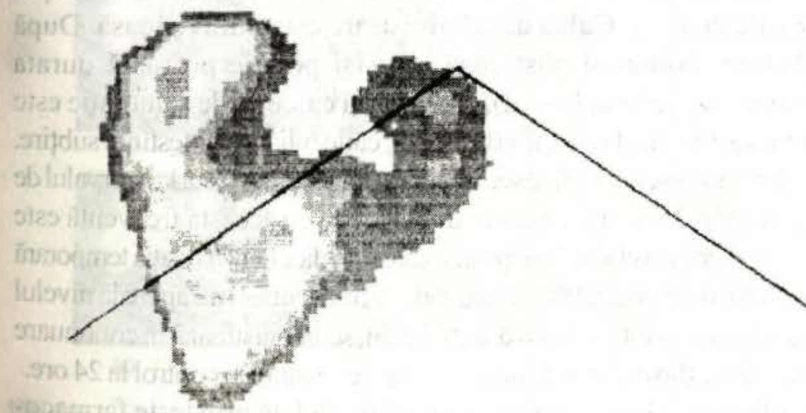


Fig. 153. Scanograma ficatului. Afecţiune hepatică în focar.

despre forma, mărimea, localizarea şi numărul acestor procese în focar.

Aspectul scintigrafic al acestor afecţiuni apare sub formă de zone lacunare solitare sau multiple, având contur neregulat şi dimensiuni ce variază în funcţie de faza evolutivă a bolii. Aşa se reprezintă scintigrafic tumorile, abcesele şi chisturile hepatice (fig. 153).

Scintigrafia sistemului hepatobiliar

În prezent există o serie de radiofarmaceutice, cu ajutorul cărora se poate efectua scintigrafia secvenţială hepatobiliară (^{131}I–roz Bengal, ^{131}I – bromsulfat (BS).

Cel mai frecvent sunt utilizaţi derivaţii acidului imidoacetic (IDA) marcaţi cu ^{99m}Tc. Hepatocitele extrag foarte eficient agenţii hepatobiliari din circulaţie, îi transportă activ intracelular şi îi excretă într-un canalicul biliar. De aici, sunt transportaţi de către bilă în căile biliare, colecist, duoden şi intestinul subţire.

Date tehnice. Scintigrafia sistemului hepatobiliar cu 99mTc – HIDA se efectuează a jeun (cel mai puţin 4–6 ore), dozele administrate fiind de 37–185 MBq. Doza minimă, de 37 MBq, poate fi utilizată la persoanele adulte anicterice, iar doza de 185 MBq în cazurile cu icter. Calea de administrare este intravenoasă. După injectare, bolnavul păstrează aceeaşi poziţie pe toată durata examinării (decubit dorsal). Detectorul camerei de scintilaţie este orientat astfel încât să cuprindă ficatul, căile biliare şi intestinul subţire.

Imaginile scintigrafice secvenţionale se programează la intervalul de 1 min, timp de 60 min. Secvenţionalizarea cu această frecvenţă este necesară pentru a obţine histograme care să indice corect relaţia temporară a modului de tranzit a PRF. Dacă radiofarmaceuticul nu apare la nivelul colecistului şi a intestinului după 60 min, se înregistrează în continuare scintigrame din oră în oră, timp de 6 ore, eventual un control la 24 ore.

Dinamica hepatobiliară poate fi modulată prin teste farmacodinamice:

– contracţia colecistului pentru calcularea fracţiei de ejecţie se obţine prin injectarea intravenoasă de colecistokinină sau per os a excitantului alimentar (două gălbenuşuri de ou, 100 g smântână);

– contracţia sfincterului Oddi se produce după administrarea de morfină, iar relaxarea sfincterului, prin administrarea de atropină.

Prelucrarea informaţiilor se efectuează cu ajutorul calculatorului, la nivelul următoarelor "arii de interes": ficatul, colecistul, intestinul.

Scintigrafia normală şi patologică. Aspectele imagistice sunt variate, acest fapt fiind rezultatul caracterului complex al explorării, care vizualizează concomitent ficatul, căile biliare, colecistul, duodenul şi intestinul subţire.

În normă (fig. 154) imaginile scintigrafice secvenţionale, înscrise în primele 5–6 min după injectare, vizualizează aria hepatică bine

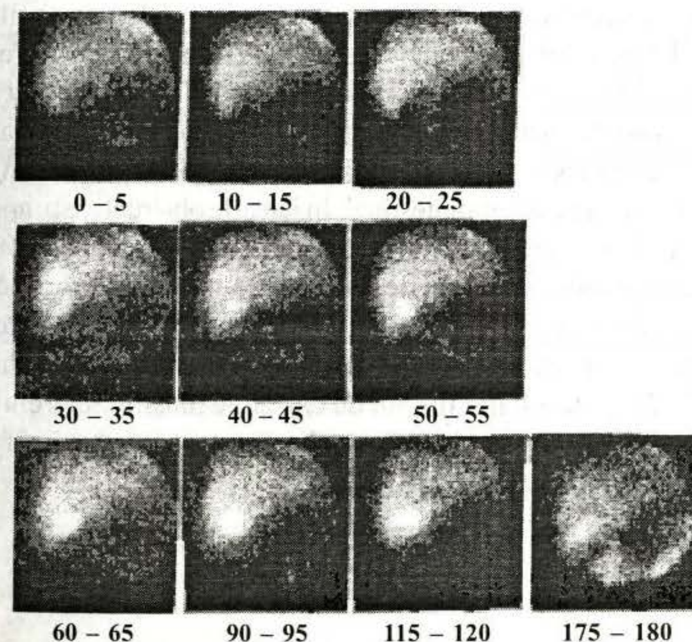


Fig. 154. Scintigrafia dinamică a sistemului hepatobiliar. Secvenţe scintigrafice în diferite perioade de timp (în minute).

conturată, cu fixare intensă şi distribuţie omogenă a radiotrasorului la nivelul celor doi lobi. Între 10–15 min imaginile scintigrafice arată reducerea intensităţii fixării la periferia ariei hepatice. În paralel creşte gradul de fixare în zona centrală a ficatului, unde se schiţează canalele hepatice drept şi stâng. Histogramele construite la calculator, înregistrează nivelul maxim al fixării hepatice (T_{max}) între 12–15 min de la injectare. Colecistul, calea biliară principală şi eliminarea intestinală se vizualizează scintigrafic între 20–40 min. Între 40–60 min, în paralel cu atenuarea treptată a imaginii hepatice, creşte acumularea la nivelul colecistului şi intestinului. La 120 min, se vizualizează numai intestinul, colecistul este absent sau abia schiţat, ceea ce indică permeabilitatea canalului cistic. Aspectele imagistice patologice sunt variate, aşadar lipsa colecistului pe imaginile scintigrafice tardive (la 2–3 ore) şi hipertardive (la 4–6 ore) caracterizează colecistita acută litiazică sau nelitiazică. În aceste situaţii drenajul hepatocoledocojejunal este normal. În colecistita cronică vezicula biliară se vizualizează tardiv, după o oră de la injectare. Drenajul hepatocoledocojejunal este normal. Dischineziile biliare se manifestă prin tulburări de motilitate ale colecistului sau prin prelungirea timpului de evacuare biliointestinal. În icterele obstructive timpul de apariţie a radiofarmaceuticului în intestin este prelungit peste 50–60 min. În cazul obstrucţiei totale, eliminarea radiofarmaceuticului hepatobiliar este absentă în intestin şi după 24 ore. În icterele neobstructive (colestazie intrahepatică) sunt modificate toate etapele dinamicii hepatobiliare: timpul de extracţie plasmatic prelungit, traversarea hepatobiliară întârziată, eliminarea în intestin întârziată sau, în unele cazuri, în general lipseşte.

Capitolul VIII

EXPLORAREA RADIOLOGICĂ A RINICHILOR ŞI CĂILOR DE EXCREŢIE

Imagistica medicală modernă se aplică pe larg în studierea afecţiunilor urologice şi nefrologice. Metodele radiologice de explorare prezintă date sigure pentru stabilirea morfologiei organelor de excreţie, cât şi a stării lor funcţionale.

Metodele radiodiagnostice de explorare a rinichilor şi a căilor de excreţie

Radiografia de ansamblu precedează toate explorările radiodiagnostice şi se efectuează în poziţie orizontală. Examenul necesită o pregătire specială numai a pacienţilor cu constipaţie şi constă în efectuarea a 1–2 clisme evacuatoare în ajunul explorării. Radiograma permite în majoritatea cazurilor vizualizarea ambilor rinichi, care au formă ovală. Rinichiul drept este localizat între vertebra a XI-a toracică şi vertebra a III-a lombară. Rinichiul stâng de obicei se localizează cu 1,5–2,0 cm mai sus ca dreptul şi este divizat în jumătate de coasta a XII-ea. Pe radiogramă lungimea rinichilor normali este de 11,5 cm, iar lăţimea – 6,0–7,0 cm. În practica medicală aceste dimensiuni pot varia. Căile superioare de excreţie, vezica urinară şi prostata nu se vizualizează.

Urografia intravenoasă pentru prima dată a fost aplicată de Binz, Rozeno, Swick şi Lichtenberg în anul 1929. Această metodă se bazează pe capacitatea rinichilor de a elimina substanţa de contrast injectată intravenos. În felul acesta se obţine imaginea radiologică a rinichilor şi a

căilor de excreție (fig. 155). Pregătirea pacienților către urografia intravenoasă este aceeași ca și în cazul efectuării radiogramei de ansamblu. În afară de aceasta este necesar de a efectua proba individuală de sensibilitate față de substanța de contrast. Ea constă în administrarea intravenoasă a 2,0 ml substanță de contrast. Această măsură permite evitarea complicațiilor alergice.

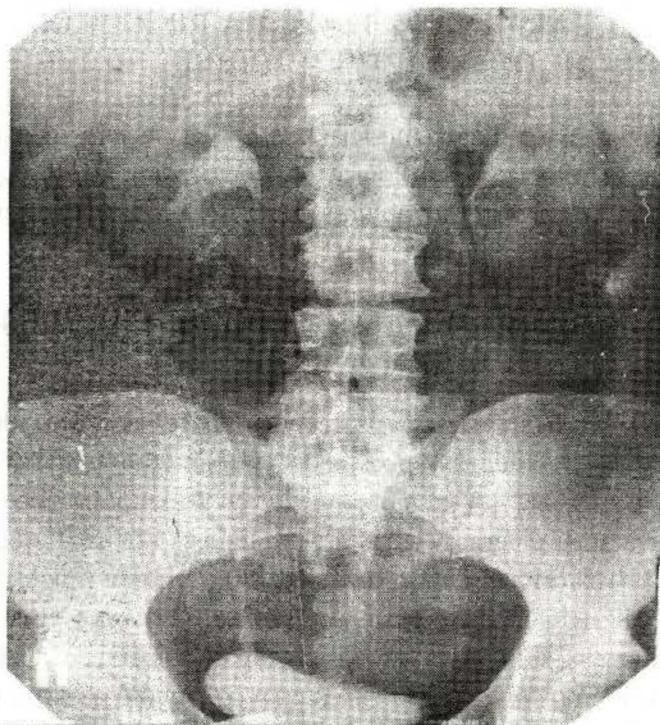


Fig. 155. Urografie intravenoasă.

Prima radiogramă se efectuează peste 7–10 min după administrarea a 20–40 ml de substanță de contrast (Verografin 60–76%), Urografin (60–76%, Triombrast 60–76% ș.a.). A doua radiogramă se efectuează peste 12–15 min după introducere. Se încheie explorarea cu o radiogramă în poziție verticală pentru studierea mobilității rinichilor.

Intensitatea rinichilor în cadrul urografiei intravenoase este mai mare ca în cazul radiografiei de ansamblu. Mărimea și configurația calicelor și bazinetelor este foarte variată. În normă fiecărui rinichi îi corespunde un bazinet și trei calice renale: superior, mediu și inferior. Ureterele au lungimea de 25–30 cm și radiologic apar în formă de fâșii întrerupte, cauzate de contractarea lor.

Vezica urinară în incidență frontală prezintă un oval cu structura omogenă.

Cistografia estre metoda de vizualizare a vezicii urinare prin umplerea ei retrogradă prin cateter cu substanță de contrast sau gaz (pneumocistografia). Pentru cistografie se folosesc soluții de 15–20% de Verografin, Urografin sau gaz (oxigen, bioxid de carbon ș.a.) (fig. 156).

Uretrografia este metoda radiodiagnostică de vizualizare a uretrei prin administrarea retrogradă a unei substanțe de contrast încălzite până la temperatura de 37–38°C sau a unui gaz (O_2, CO_2). În așa mod obținem imaginea uretrei în formă de fâșie neuniformă ce cuprinde pe parcurs segmentele anterior și posterior.

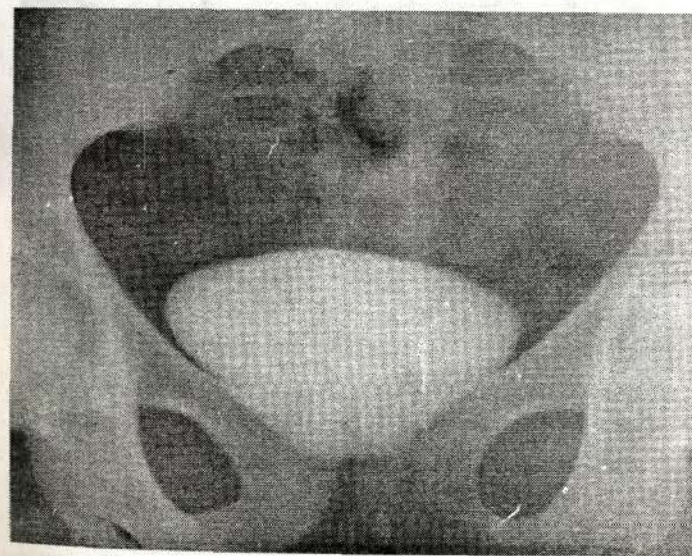


Fig. 156. Cistografie.

Ureteropielografia retrogradă. În unele cazuri urografia intravenoasă nu duce la vizualizarea satisfăcătoare a căilor superioare de excreție. Pentru a efectua un examen calitativ și minuțios în acest scop se aplică ureteropielografia retrogradă (fig. 157). Pentru a evita complicațiile inflamatoare nu se practică ureteropielografia retrogradă bilaterală. Se folosesc substanțe de contrast lichide sau gazoase. Cateterizarea ureterului respectiv se efectuează sub anestezie locală sau generală în condiții aseptice prin intermediul cistoscopului introdus în vezica urinară. Pentru a vizualiza ureterul, bazinetul și calicele este suficient de a administra 5–10 ml de substanță de contrast sub control radioscopic pentru a exclude difundarea soluției de contrast în parenchimul renal și apariția diferitelor complicații.

Pneumoretroperitoneumul și pneumorenul sunt metode radio-

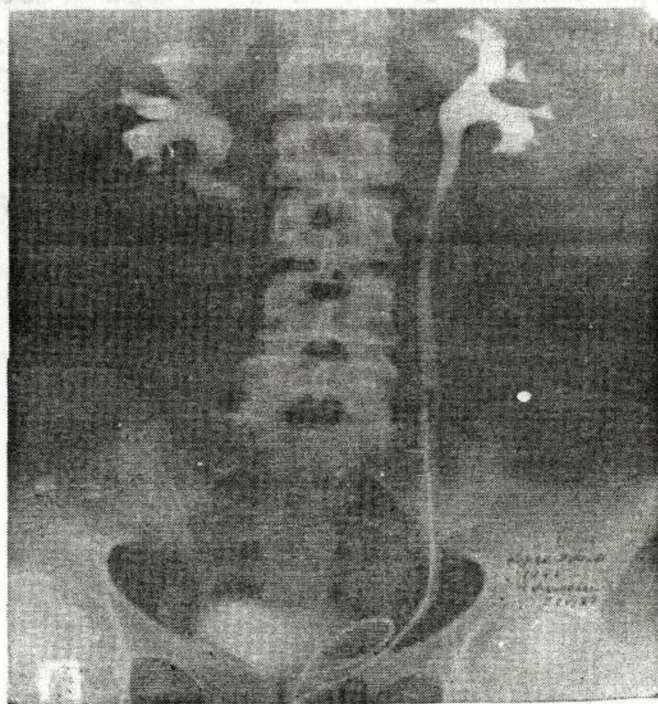


Fig. 157. Ureteropielografie retrogradă bilaterală.

diagnostice de rutină care permit de a obține o informație mai amplă despre conturul, dimensiunile, localizarea și configurația rinichilor și a suprarenalelor. Constau în insuflarea în spațiul retroperitoneal sau perirenal a unui gaz prin puncție presacrală sau lombară. Actualmente aceste metode se aplică foarte rar deoarece au fost descoperite noi metode imagistice mai informative și mai puțin traumatice pentru pacient (sonografia, tomografia computerizată).

Angiografia renală. Contrastarea vaselor renale se efectuează prin puncție lombară sau a vaselor femurale. Angiografia joacă rolul principal în depistarea patologiilor și anomaliilor vaselor renale (fig. 158). Este indicată în cazurile anomaliilor de ramificație și de număr

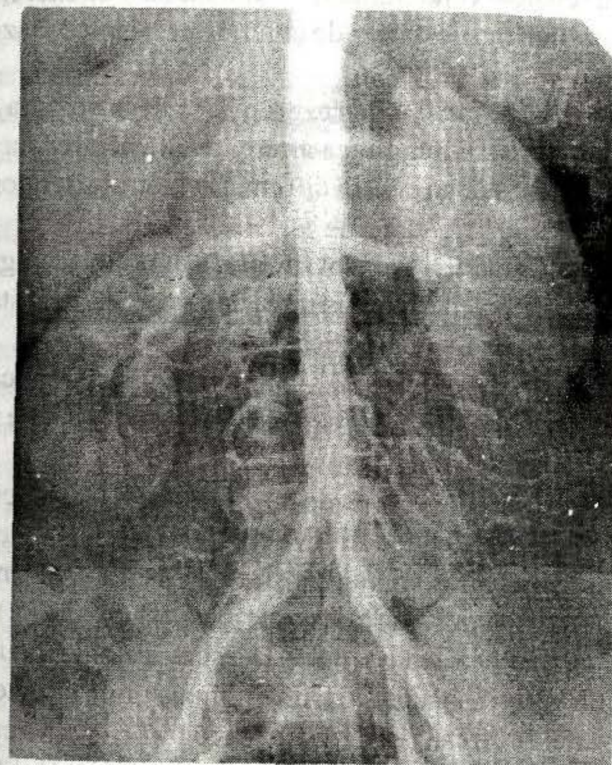


Fig. 158. Angiografie renală.

ale vaselor renale, anevrismelor, stenozelor vasculare, tumorilor pentru a studia arhitectonica vaselor înainte de operații complicate ş.a.

Angiografia renală trebuie să fie complexă şi să includă aortografia generală, arteriografia selectivă, cavografia şi flebografia selectivă. Pentru contrastarea vaselor renale prin acul de puncţie sau cateter se introduc sub presiune 40–60 ml de substanţă de contrast (Urografin, Verografin ş.a.). În urma efectuării unei serii de angiograme studiem patru faze ale circulației substanţei de contrast în rinichi şi căile de excreţie. Inițial obţinem imaginea arterelor renale şi a ramificațiilor lor – faza arterială, apoi imaginea parenchimului renal – faza neurografică, mai târziu fixăm circulaţia substanţei de contrast prin venele renale – venograma şi, în sfârşit, faza de excreţie, care prezintă eliminarea substanţei de contrast prin calice, bazinete şi uretere.

Arterele renale în 80% de cazuri pleacă de la aortă la nivelul vertebrei lombare L_1. Lungimea arterei renale pe dreapta este de 4,5–7,0 cm, iar pe stânga de 3,0–6,0 cm. Diametrul arterelor renale se află în limitele 0,4–0,7 cm.

În ultimul timp mai frecvent se aplică angiografia digitală cu substracţie, care prevede administrarea intravenoasă a substanţei de contrast şi este mai puţin traumatică.

Tomografia computerizată s-a impus în ultimii ani ca o metodă de mare valoare la explorarea rinichilor, vezicii urinare şi a prostatei.

Scanarea rinichilor începe de la vertebra a XI-a toracică şi se realizează până la vertebrele III–IV lombare. Grosimea secţiunilor este de 8 mm. Rinichii au contur clar şi regulat. Sinusurile renale sunt orientate medial-anterior şi au o densitate mică (–80 şi –100 H) cauzată de ţesutul adipos şi bazinetul cu urină. Densitatea parenchimului renal variază între +30 şi +40 unităţi. După administrarea intravenoasă a substanţei de contrast (Urografin, Verografin ş.a.) densitatea parenchimului sporeşte până la +70 sau chiar +110 H. Straturile medular şi cortical nu se diferențiază din cauza diferenţei densimetrice

mici. Ureterele de obicei nu se vizualizează din cauza densităţii şi a diametrului mici.

Tomografia computerizată a vezicii urinare este mai informativă în cazul contrastării artificiale cu gaz sau soluţie de contrast.

Prostata este localizată mai jos de vezica urinară. Are lățimea şi înălţimea de 3 cm, iar densitatea variază între +40 şi +60 H.

Sonografia. În examenul rinichilor, căilor de excreţie şi a prostatei sonografia de obicei precedează explorările radiodiagnostice şi cu radionuclizi.

Metoda de explorare cu ultrasunet pune în evidenţă cele mai uşoare dilatări ale căilor superioare de excreţie, depistează schimbările densităţii parenchimului renal şi a prostatei. Nu are acţiune nocivă, de aceea poate evidenţia malformaţiunile încă în perioada intrauterină.

Pregătirea pacientului către explorarea sonografică este identică cu cea în cazul urografiei intravenoase. Necesită în plus doar folosirea a 400–500 ml de lichid cu 20–30 min înainte de examen. Scanarea ecografică a rinichilor şi a căilor de excreţie se efectuează cu acces lombar sau abdominal în direcţie sagitală, frontală, transversală sau oblică, deplasând sonda peste 1,0–1,5 cm.

Ecografic rinichiul normal prezintă o formaţiune ovală cu structura ecogenică neomogenă, înconjurată de o fâşie de 1,0–1,5 mm mai puţin pronunţată din cauza capsulei renale. Stratul cortical şi medular au o grosime de 1,5 cm. Bazinetul şi calicele renale ocupă partea centrală şi au o structură ecopozitivă (fig. 159). Arterele renale apar în cazul accesului abdominal.

Studierea vezicii urinare şi a prostatei se efectuează prin scanare superficială, rectală, uretrală. Vezica urinară se vizualizează numai când este plină, având configuraţie ovală şi ecostructură omogenă.

Prostata prezintă ecografic o structură neomogenă cu dimensiuni bine determinate.

Imagistica prin rezonanţă magnetică nucleară. RMN, spre deosebire de TC, permite de a obţine imagini pe secţiuni nu numai într-o

Fig. 159. Sonografie renală.

incidență transversal-axială, ci și frontală, sagitală, oblică ș.a. Se diferențiază stratul cortical de cel medular al rinichilor. Căile superioare de excreție au o densitate mică din cauza urinei pe care o conțin. Scheletul și gazele intestinale nu prezintă dificultăți în studierea rinichilor. Substanțele de contrast paramagnetice (magnevist) accentuează imaginea parenchimului.

Vezica urinară, prostata și veziculele de asemenea se vizualizează satisfăcător.

Explorările cu radionuclizi. Dacă metodele de imagistică descrise mai sus sunt importante prin informația despre morfologia rinichilor și a căilor lor de excreție, atunci explorările cu radionuclizi au o importanță primordială în aprecierea funcțională a lor.

Actualmente explorările cu radionuclizi fac posibilă studierea secreției tubulare, filtrării glomerulare, urodinamicii, vaselor și parenchimului, topografiei organului integru și a diferitelor segmente ale lui.

Renografia (gamacronografia) permite de a studia starea apa-

ratului tubular renal cu ^{131}I–Hipuran și a filtrației glomerulare cu DTPA–^{99}Tc.

Hipuranul este eliminat în exclusivitate de rinichi în stare neschimbată și numai 1–3% este captat în ficat. La 30 min după administrare 50–70% din preparat se găsește în urină. De obicei, intravenos se administrează 3,7–7,4 kBq/kg. Se înregistrează două curbe din regiunea rinichilor și una din regiunea cordului (fig. 160). Deci două curbe reprezintă funcția rinichilor și excreția hipuranului, iar a treia – clearence-ul sângelui, adică viteza de curățare a sângelui de preparat. Curba renală cuprinde trei segmente. Primul segment o dată cu creșterea bruscă a radioactivității prezintă starea circulației renale și se numește segment vascular; durează 17–20 s.

Al doilea segment prezintă o creștere mai lentă a radioactivității și durează 4 min. Viteza și înălțimea acestui segment depind de capacitatea funcțională a epiteliului tubular de a transporta hipuranul. În acest context segmentul al II-lea se numește secretor și se termină în cel mai înalt punct al renogramei; prezintă balanța dintre procesul de acumulare și eliminare a hipuranului în rinichi (T_{max} 4–5 min). Al

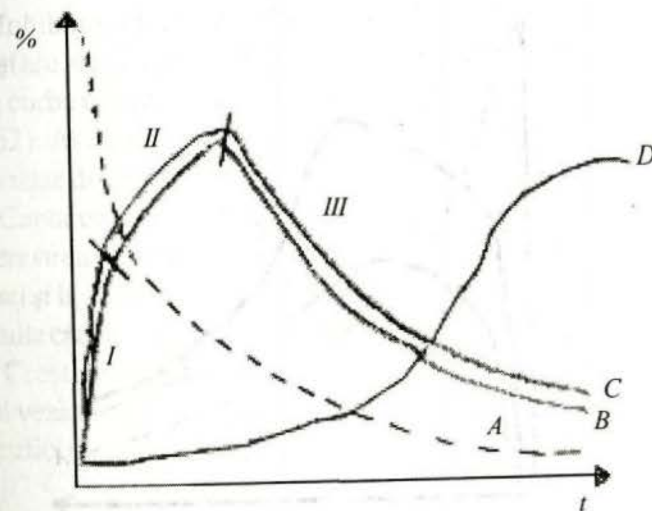


Fig. 160. Renografie cu ^{131}I–Hipuran.

treilea segment reflectă preponderent eliminarea PRF din rinichi și de aceea se numește excretor.

Renografia se efectuează cu ajutorul unui radiograf cu 3 canale sau la gamacameră și prezintă informațiile la un grad calitativ mai înalt.

Dacă administrăm intravenos PRF, ce se elimină prin filtrare glomerulară, apreciem starea aparatului glomerular.

Pentru aceasta pacientului i se administrează intravenos ^{51}Cr–EDTA sau ^{99m}Tc – DTPA cu activitatea de 3–4 MBq.

Putem caracteriza curbele renografice analizând trei indici: timpul radioactivității maxime (T_{max}), înălțimea maximă a curbei (H) și perioada de semiexcreție (T 1/2).

Dereglările funcționale ale rinichilor și căilor superioare de excreție se manifestă prin schimbarea curbelor renale. Analizăm câteva variante.

1. Apariția întârziată a PRF în câmpul de vedere al detectorului, ce se manifestă renografic prin micșorarea amplitudinii și prelungirea primelor două segmente ale curbei (fig. 161), și este

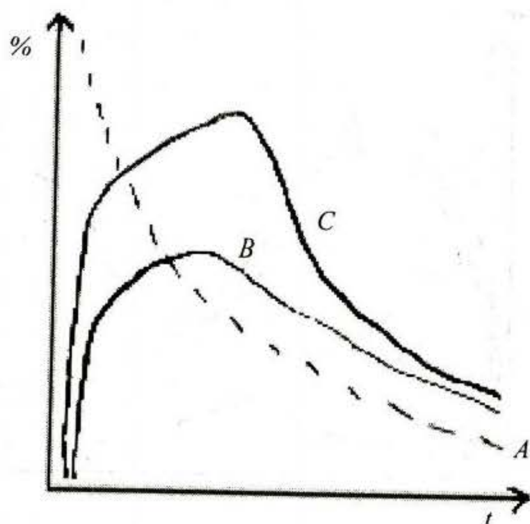


Fig. 161. Curbe renografice specifice apariției întârziate a PRF.

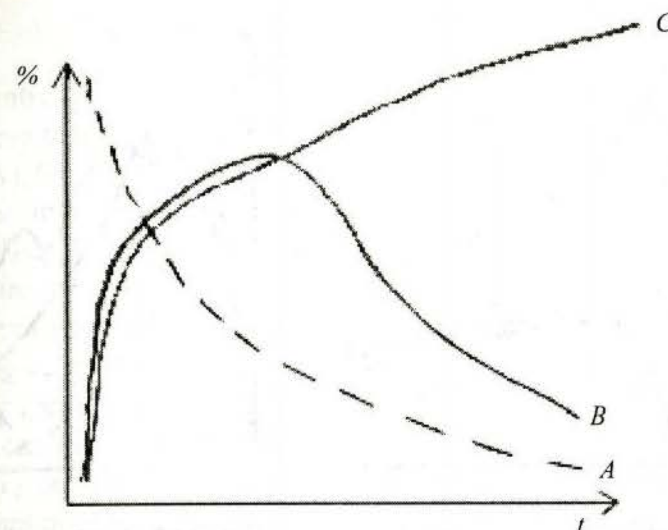


Fig. 162. Curbă "obstructivă".

caracteristică pentru dereglarea circulației renale (stenoza arterei renale) sau dereglarea funcțională a aparatului tubular (pielonefrită).

2. Inhibarea eliminării PRF din rinichi. În acest caz scade panta curbei și are loc alungirea primelor două segmente. Uneori, în timp de 20 min curba nu atinge valoarea maximă și nu are loc descreșterea ei (fig. 162). Așa curbe poartă denumirea de "obstructive" și mai des sunt cauzate de calculi și stenoze ale căilor superioare de excreție.

3. Captarea și eliminarea întârziată a PRF din rinichi se manifestă prin atenuarea generală a curbei, deformarea și alungirea segmentelor doi și trei și lipsa unei culmi vădite (fig. 163). Este caracteristică pentru afecțiunile cronice: glomerulonefrită, pielonefrită, amiloidoză.

4. Creșterea repetată a curbei renografice este specifică pentru reflexul vezicoureteral (fig. 164), fiind destul de demonstrativă în cadrul scintigrafiei dinamice (fig. 165).

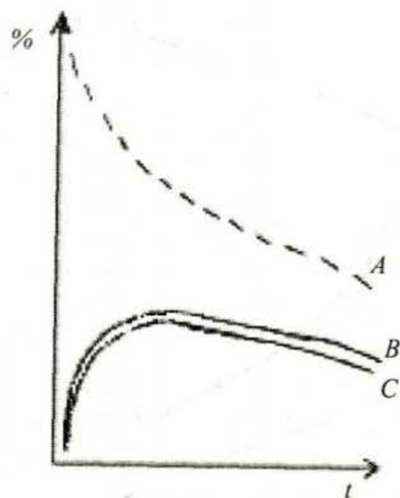


Fig. 163. Curbe renografice caracteristice afecţiunilor cronice.

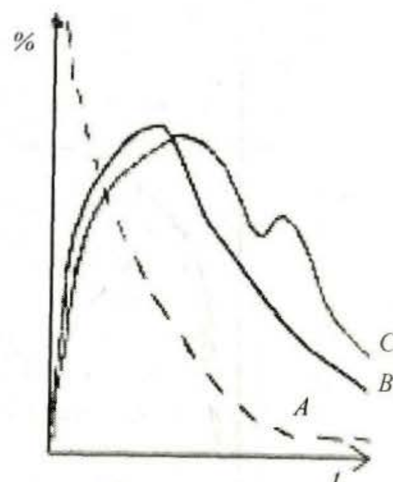


Fig. 164. Curbă renografică specifică pentru refluxul vezicoureteral.

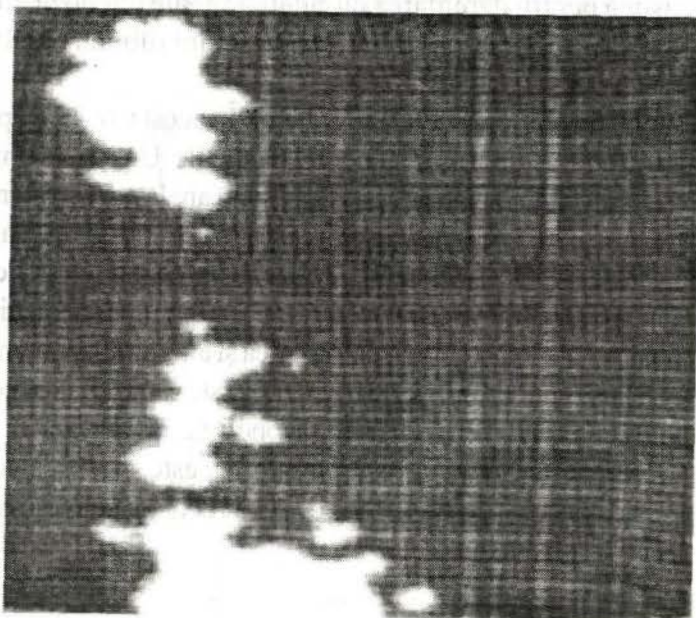


Fig. 165. Reflux vezicoureteral de dreapta.

Gamatopografia statică a rinichilor

Pentru acesta se aplică PRF care se menţine o perioadă îndelungată de timp în parenchimul renal (^{197}Hg–Hipuran, ^{99m}Tc – DMSA). Explorarea se efectuează cu ajutorul scanerului liniar sau a gamacamerei. Se administrează intravenos PRF cu activitatea 80–100 MBq. Procedura diagnostică începe peste 2 ore, când acumularea PRF în rinichi devine maximă. Examenul poate fi efectuat în câteva incidenţe: frontală, laterală, oblică ş.a. Schimbările patologice generate de pierderea funcţiei parenchimului duc la apariţia focarelor reci (chisturi, tumori maligne, abcese) (fig. 166).

În caz de pielonefrită acumularea PRF în parenchimul renal este scăzută şi neuniformă.

Gamatopografia dinamică a rinichilor se efectuează cu ajutorul gamacamerei şi este o metodă efectivă de apreciere a funcţiei renale. Se aplică PRF cu o dinamică rapidă prin parenchimul renal în

Fig. 166. Chist renal pe stânga.

urină (^{131}I–Hipuran, ^{99m}Tc–DTPA). Îndată după administrarea PRF începe înregistrarea unei serii de imagini. Timpul de efectuare a unui cadru este de 15 s, iar întreaga explorare durează 20 min. De obicei, se obţin de la 20 până la 160 de imagini. Sunt analizate fiecare a patra din ele. Ca rezultat obţinem informaţie despre microcirculaţia renală, filtrarea glomerulară sau secreţia tubulară, starea urodinamicii. Pe ecran se observă apariţia PRF în aortă şi vasele renale. Rinichii se conturează ca două zone radioactive. În continuare are loc acumularea activă a PRF în aparatul tubular sau glomerular. Începând cu minutul al treilea PRF apare în calice şi bazinet, de aceea partea medială a organului este mai intensivă. În minutele 4–5 apare imaginea vezicii urinare. Computerul instalaţiei construieşte curbele circulaţiei PRF prin ambii rinichi după un anumit program. Sunt determinate "zonele de interes" folosind reperele "anatomice" (diferite segmente ale rinichilor, bazinetele renale, arterele renale ş.a.). Aceasta face posibilă aprecierea circulaţiei renale, depistarea dereglărilor secretor-excretorii.

Aprecierea radiometrică a urinei reziduale

La pacienţii cu obstrucţii infravezicale este important de a aprecia volumul de urină reziduală în vezica urinară după micţie. Aceasta face posibilă determinarea stadiului procesului patologic şi stabileşte tactica de tratament. Metoda constă în administrarea intravenoasă a PRF, ce se elimină prin rinichi. Peste 1,5–2 ore după introducerea preparatului se înregistrează radioactivitatea la nivelul vezicii urinare. După micţie se apreciază volumul urinei eliminate şi iarăşi se efectuează radiometria regiunii suprapubiene. Volumul urinei reziduale se calculează după formula:

$$VUR = \frac{A_2 \cdot V}{A_1 - A_2},$$

unde VUR este volumul urinei reziduale, A_1 – radioactivitatea până la micţie, V – volumul urinei înregistrate în urma micţiei, A_2 – radioactivitatea după micţie.

Diagnosticul afecţiunilor urologice şi nefrologice prin imagistica medicală

Tactica explorării imagistice a pacienţilor cu patologie a rinichilor şi căilor de excreţie trebuie să fie individuală ţinându-se cont de datele examenului clinic, de laborator, instrumental ş.a. O standardizare a acestui proces este imposibilă.

Anomaliile renale şi ale căilor de excreţie

Aplazia rinichiului se întâlneşte foarte rar. Toate explorările imagistice pun în evidenţă lipsa organului, însă cea mai sigură este angiografia, care indică lipsa arterei renale respective.

Hipoplazia rinichiului. Metodele de imagistică medicală depistează un rinichi micşorat în dimensiuni (sindromul schimbării dimensiunilor organului) care poate fi confundat cu un rinichi ratatinat în urma nefrosclerozei. În cazul hipoplaziei rinichiul şi căile superioare de excreţie îşi păstrează forma şi conturürile. Funcţia parenchimului de asemenea este păstrată. Angiografic desenul vascular renal este fără schimbări. Rinichiul ratatinat se manifestă prin inhibarea funcţiei parenchimului, deformarea calicelor şi bazinetului. Angiografia depistează o schimbare evidentă a arhitectonicii vasculare renale.

Distopiile renale – lombară, iliacă, pelvină, încrucişată – se impun imagistic prin sindromul dislocării organului, adică au o localizare anomalică. Urografia intravenoasă indică un ureter prescurtat, deoarece rinichiul este rotit, bazinetul este orientat lateral, iar calicele – medial. Angiografia de obicei exclude nefroptoza, deoarece aceasta se caracterizează prin alungirea arterei renale, iar în caz de distopie artera renală are o lungime obişnuită sau persistă şi anomalia vaselor renale exprimată prin artere renale multiple.

Rinichiul în formă de potcoavă este caracterizat imagistic prin sindromul schimbării configuraţiei organului şi cel mai demonstrativ se evidenţiază în cazul gamatopografiei statice (fig. 167), angiografiei şi RMN.

Polichistoza și chisturile renale solitare fac parte din anomaliile de structură și pot avea diferite dimensiuni și localizare.

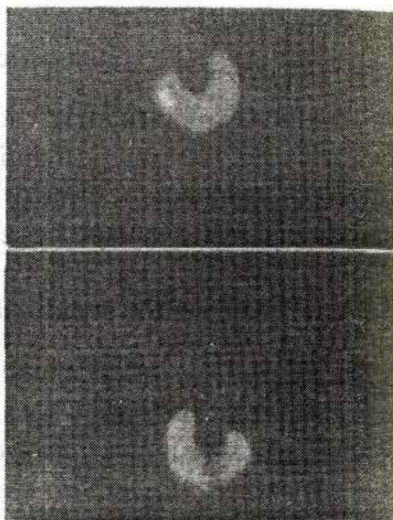


Fig. 167. Scintigrafie statică. Rinichi în formă de potcoavă.

Sonografia depistează formațiuni econegative cu localizare în parenchimul renal, deformând în unele cazuri sistemul calice-bazinet (fig. 168). TC vizualizează formațiuni cu densitatea de 4–20 H, uneori cu septuri interne și depuneri de săruri de calciu. Gamatopografia pune în evidență existența "focarelor reci".

Urografia intravenoasă presupune existența chisturilor când ele duc la deformarea bazinetului și calicelor. În acest caz în bazinet se depistează o imagine lacunară

Fig. 168. Sonografie. Chist renal.

semilunară, având conturul clar și regulat, iar colurile caliciale alungite și subțiate.

Angiografia pune în evidență zone hipovascularizate, alungirea și subțierea vaselor ce înconjoară chisturile. Faza nefrografică indică rinichi măriți în dimensiuni, contur neregulat și imagini lacunare de configurație rotundă.

Nefrolitiaza se caracterizează în cadrul radiografiei de ansamblu prin prezența sindromului opacității suplimentare în regiunea rinichilor sau a căilor de excreție, dacă calculii absorb intens razele *X* (fig. 169). Calculii în care predomină structurile din proteină absorb foarte slab razele *X* (calculi radionegativi) și nu se depistează pe radiogramele obișnuite, în schimb urografic se manifestă prin imagini lacunare cu contur clar și regulat.

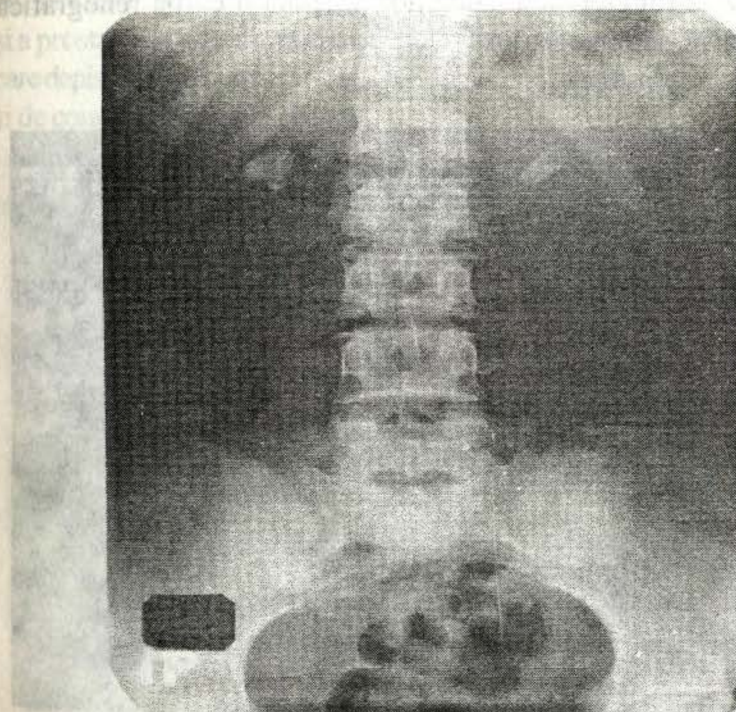


Fig. 169. Radiografie de ansamblu a rinichilor. Calculi renali bilaterali.

Calculii renali pot avea diverse dimensiuni. Calculii mici au configurație ovală sau rotundă. Calculii masivi ce repetă configurația bazinetelor și calicelor se numesc "coraliformi". Este important de a nu confunda calculii ureterali pelvini cu flebolițiii.

Sonografia depistează atât calculii radiopozitivi, cât și radionegativi, mai ales dacă sunt localizați intrarenal și depășesc în diametru 0,5 cm. Tabloul sonografic prezintă structuri ecopozitive cu con de umbră după calcul (fig. 170). Mai anevoios se depistează calculii ureterali, în schimb aproape întotdeauna în cadrul acestui examen observăm dilatarea bazinetului și a calicelor.

Pentru determinarea tacticii de tratament în caz de nefrolitiază o mare importanță are aprecierea stării funcționale a rinichilor și a căilor de excreție prin efectuarea renografiei sau a scintigrafiei dinamice. Localizarea ureterală a calculilor prezintă o curbă renografică obstructivă.

Fig. 170. Sonografie. Calculi renali.

Tumorile renale, vezicale și de prostată

Cele mai importante metode de vizualizare a proceselor tumorale sunt sonografia, TC, RMN și angiografia.

Sonografia permite de a depista tumorile renale, începând cu diametrul de 2 cm, ce se caracterizează printr-o structură neomogenă. TC vizualizează tumorile renale de la 1,5 cm. Densitatea este apropiată de densitatea parenchimului renal (+30, +45 H), de aceea este necesar de a analiza atent toate secțiunile pentru a depista neomogenitățile de structură. Tumorile mai mari se depistează mai ușor (fig. 171). RMN indică un tablou aproape similar cu TC, dar are o sensibilitate mai sporită. Angiografia depistează restructurarea și deformarea desenului vascular renal în regiunea tumorii. Urografia intravenoasă, ce încheie angiografia, prezintă mărirea în volum a rinichiului afectat, deformarea bazinetului și calicelor, iar uneori și amputarea lor. Tumorile vezicii urinare și a prostatei se vizualizează evident în cazul sonografiei, TC și RMN care depistează nu numai procesul patologic, ci și gradul lui de răspândire și de concreștere în alte organe.

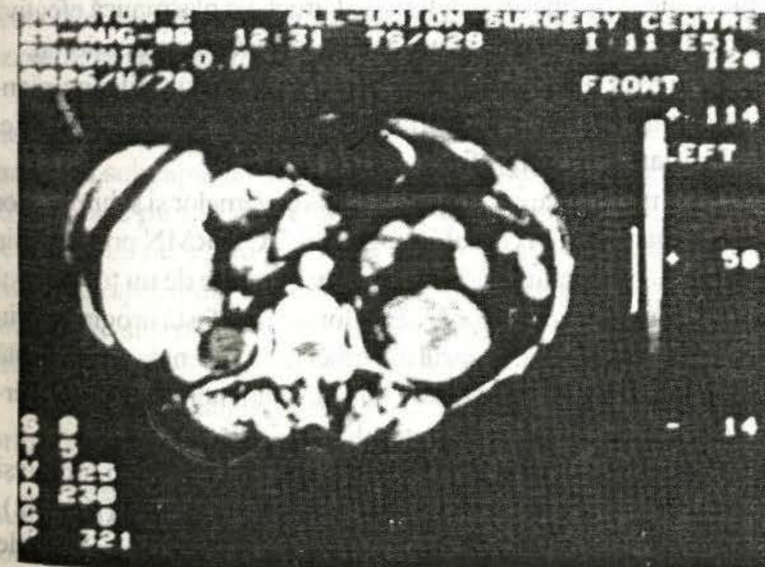


Fig. 171. TC – Cancer renal pe stânga.

Cistografia prezintă imagini lacunare marginale cu conturul neregulat în cazul tumorilor maligne şi o imagine lacunară în formă de turn la baza vezicii în cazul adenomului de prostată.

Glomerulonefrita – proces patologic bilateral cu afectarea aparatului glomerular – se depistează radiologic cu ajutorul metodelor diagnostice cu radionuclizi, care determină circulaţia plasmatică efectivă şi filtrarea glomerulară (^{51}Cr – EDTA şi ^{99m}Tc – DTPA). Evident că glomerulonefrita se caracterizează prin inhibarea filtraţiei glomerulare.

Pielonefrita este un proces inflamator nespecific cu afectarea preponderentă a ţesutului renal interstiţial şi a sistemului caliciu-bazinet. Sonografia, urografia intravenoasă, TC şi RMN nu sunt hotărâtoare în stadiile iniţiale ale pielonefritei. În schimb scintigrafia dinamică indică inhibiţia vitezei de excreţie a PRF. Mai târziu se evidenţiază atenuarea picului renografic, alungirea segmentelor renografice I şi II.

Ratatinarea rinichiului în urma nefrosclerozei este destul de demonstrativă pentru toate metodele de imagistică medicală. Rinichiul este micşorat în dimensiuni preponderent din contul parenchimului. Sistemul caliciu-bazinet este deformat. Circulaţia plasmatică efectivă este scăzută, iar renograma poate căpăta un caracter afuncţional.

Tuberculoza renală şi a căilor de excreţie. În stadiile incipiente nu se manifestă imagistic în afară de o uşoară inhibiţie a funcţiei renale depistată de scintigrafia dinamică.

Stadiile mai tardive care duc la apariţia cavernelor şi schimbărilor fibroase se manifestă în cadrul sonografiei, TC şi RMN prin apariţia chisturilor cu o structură neomogenă, înconjurate de un ţesut renal indurat. Afectarea bazinetelor şi calicelor se manifestă urografic prin deformarea conturului lor. În cazul inhibiţiei funcţiei renale este indicată ureteropielografia retrogradă, care pune în evidenţă existenţa cavernelor, scurtarea şi deformarea ureterului.

Hidronefroza se manifestă prin sindromul stenozei locale şi sindromul dilatării difuze cu localizare suprastenotică (fig.172). Stenoza poate fi prezentă în orice segment al căilor superioare de excreţie şi se manifestă prin hidrocalicoză, pieloectazie sau

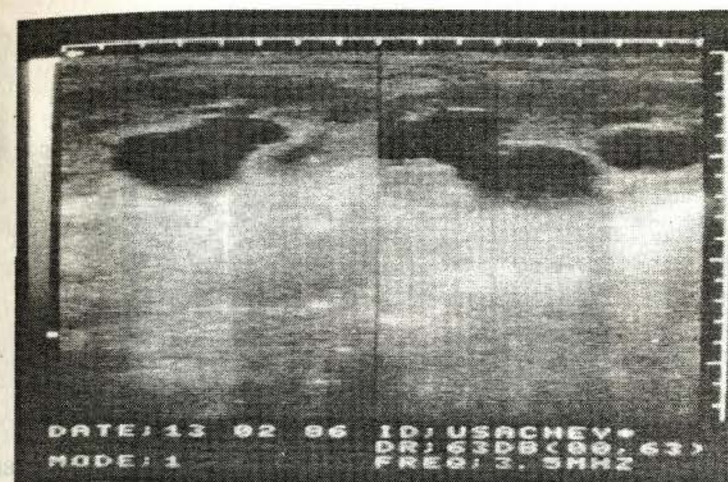


Fig. 172. Sonografie. Hidronefroză bilaterală.

ureterohidronefroză. Hidronefroza poate fi cauzată şi de un concrement al căilor superioare de excreţie.

Angiografia poate depista un vas aberant, ce apasă asupra ureterului. Scintigrafia dinamică şi renografia indică dereglări de excreţie pe partea afectată.

Trauma rinichiului şi a căilor de excreţie de multe ori se asociază cu fracturile scheletului şi traumele organelor vecine. Hematomul subcapsular se depistează cu ajutorul sonografiei, TC şi RMN, care pun în evidenţă mărirea organului în dimensiuni şi acumularea de lichid sub capsula renală. Ruptura rinichiului cu infiltrarea spaţiului retroperitoneal se manifestă în cadrul metodelor imagistice sus-numite prin deteriorarea parenchimului şi capsulei renale, acumularea de lichid în spaţiul retroperitoneal (fig. 173).

Deteriorarea căilor superioare de excreţie se evidenţiază urografic prin acumularea substanţei de contrast în afara lor (fig. 174).

Trauma vezicii urinare este pusă în evidenţă cu ajutorul cistografiei. Substanţa de contrast se depistează în afara limitelor vezicii urinare sub formă de opacităţi cu contur neregulat. Trauma oaselor pelvine poate duce la ruperea uretrei, ce se depistează prin intermediul uretrografiei.

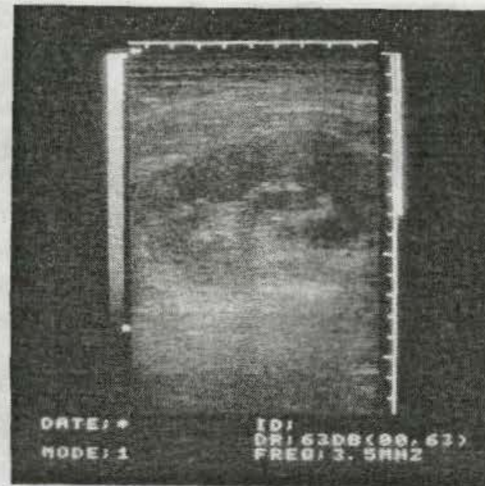


Fig. 173. Sonografie. Ruptura rinichiului cu acumulare de lichid în spațiul retroperitoneal.

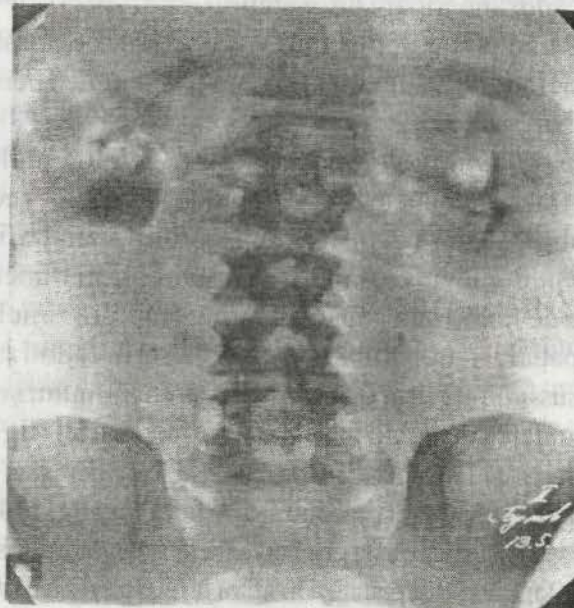


Fig. 174. Urografie intravenoasă. Ruptura rinichiului drept cu eliminarea substanței de contrast în afara căilor de excreție.

Capitolul IX

EXPLORAREA IMAGISTICĂ ÎN ENDOCRINOLOGIE

Explorările radiologice ale glandei tiroide

Metodele radiodiagnostice obişnuite nu permit de a obţine imaginea glandei tiroide din cauza că are o densitate comparabilă cu ţesuturile adiacente. Tomografia computerizată pune în evidenţă două ovale cu conturul relativ regulat, bine delimitat de ţesuturile vecine. Densitatea normală a glandei tiroide este de (+10) – (+90) unităţi H şi are o structură omogenă.

Explorarea cu ultrasunet cuprinde o serie de scanări longitudinale şi latitudinale. În normă ecografic parenchimul tiroidei reprezintă o structură microgranulară uniformă. Glanda este limitată anterior de piele şi ţesutul adipos, iar posterior de artera carotidă comună sau cartilajul tiroid. Scanarea latitudinală prezintă glanda tiroidă ca o formaţiune simetrică constituită din două ovale (fig. 175). Între lobi se depistează câteva ecostructuri liniare, ce corespund cartilagiilor laringelui. Posterior şi puţin lateral de fiecare lob se găseşte imaginea arterei carotide comune şi a venei jugulare reprezentate prin structuri econegative.

RMN vizualizează destul de clar glanda tiroidă evidenţiind fiecare lob şi istmul. Se observă bine raportul glandei cu traheea şi vasele gâtului.

Metode radionuclide de investigare a glandei tiroide

Glanda tiroidă este primul obiect biologic funcţia căruia a fost cercetată cu izotopi radioactivi ai iodului. Pentru a înţelege principiile de bază ale acestei metode, să ne amintim pe scurt metabolismul iodului şi să vedem ce rol joacă glanda tiroidă în acest ciclu.

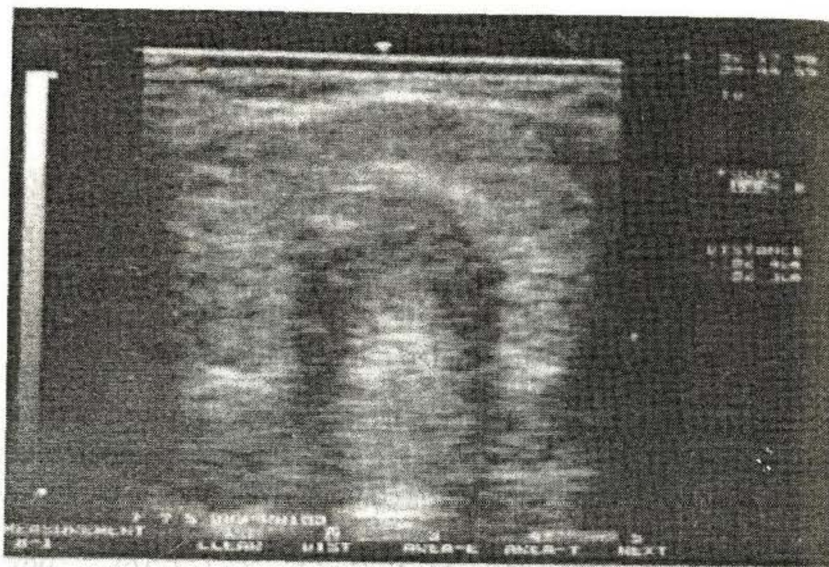


Fig. 175. Ecografia glandei tiroide în normă.

Iodul nimereşte în organismul uman prin intermediul produselor alimentare, apei şi aerului. Combinaţiile anorganice de iod (iodurile) se repartizează uniform în toate ţesuturile şi mediul lichid al organismului. Iodurile din circulaţia sanguină sunt interceptate de glanda tiroidă, concentrate şi folosite pentru sintetizarea hormonilor tiroidieni specifici (tiroxina şi triiodtironina). Aşadar, glanda tiroidă îndeplineşte următoarele trei funcţii principale în ciclul iodic:

– captarea iodurilor din circulaţia sanguină;
– sintetizarea hormonilor ce conţin iod;
– eliminarea acestora în circulaţia sanguină.

Din sânge, hormonii trec în spaţiul hormonal iodat extratiroidian, se repartizează în diferite ţesuturi unde iau parte la fosforilarea glicolizei celulare.

Aşadar, analizând ciclul iodului putem evidenţia trei etape şi anume: **1) etapa intratiroidiană** a metabolismului iodic din organism; **2) etapa organică de transport** şi **3) etapa periferică.** Conform

etapelor prezentate au fost elaborate diferite metode de studiere a ciclului iodului în organism şi de apreciere a stării funcţionale a glandei tiroide cu radionuclizi.

E t a p a i n t r a t i r o i d i a n ă a metabolismului iodic în organism este studiată prin intermediul metodei directe de determinare a fixării nuclidului radioactiv la nivelul tiroidei, – asa-numita metodă de captare tiroidiană.

E t a p a o r g a n i c ă de transport a iodului este cercetată cu ajutorul metodelor radioimunologice; metode, care permit să se determine şi nivelul de concentraţie a hormonilor sistemului hipotalamic-hipofizar-tiroidian în circulaţia sanguină.

E t a p a p e r i f e r i c ă a metabolismului iodic este studiată prin intermediul metodei de radiometrie a întregului organism.

În afară de aceste metode de investigare a funcţiei glandei tiroide un rol însemnat în studierea particularităţilor ei anatomo-topografice îl joacă gamatopografia.

Metodele prezentate stau la baza procesului radionuclid de explorare a funcţiei glandei tiroide şi pot fi folosite în ansamblu sau aparte. Acest fapt depinde în mare măsură de indicaţiile clinice concrete, însă de fiecare dată informaţia despre starea funcţională a glandei trebuie să fie cât mai deplină.

Indicaţiile principale în studierea funcţiei glandei tiroide cu ajutorul radionuclizilor sunt următoarele:

– leziunile difuze şi nodulare ale tiroidei;
– suspiciuni la distopia tiroidei sau la existenţa ţesutului tiroidian accesoriu;
– cazurile clinice de hipo- sau hiperfuncţie tiroidiană,
– diagnosticul diferenţiat al bolilor glandei tiroide şi diferitelor forme de nevroză;
– determinarea funcţiei glandei tiroide după un tratament medicamentos sau chirurgical.

Contraindicaţiile absolute la administrarea radionuclizilor sunt identice contraindicaţiilor generale şi prevăd o scutire de studiu ra-

diologic a copiilor de la un an până la 16, a femeilor gravide şi mamelor în timpul alăptării. Metodele radioimunologice de investigare a metabolismului iodic contraindicaţii nu prezintă.

Pregătirea bolnavului pentru studierea funcţiei glandei tiroide cu radionuclizi ai iodului

Pentru a preîntâmpina saturarea organismului cu cantităţi enorme de iod stabil (^{127}I) şi blocarea glandei tiroide, înainte cu 1,5–2 luni până la cercetare, bolnavul trebuie să întrerupă primirea preparatelor ce conţin iod (soluţie Lugol, diiodtirozină, substanţe roentgenologice de contrast) şi brom, care după proprietăţile chimice se aseamănă cu iodul şi poate parţial bloca glanda tiroidă. E absolut interzisă prelucrarea pielii şi a mucoasei cu soluţii de iod şi Lugol, sanarea cavităţii dentare cu iodoform. Sunt interzise şi preparatele antitiroidiene cum sunt, perhloratul de potasiu, metiltiouracilul, mercazolila; preparatele glandei tiroide şi hormonii ei (tiroidina, triiodtironina, tiroxina); preparatele corticosuprarenalei, hipofizei şi hormonii sexuali; precum şi alte medicamente, care prin intermediul sistemului neurohumoral pot acţiona asupra funcţiei tiroidei (Valocardina, sulfanilamidele, cofeina, derivaţii acidului salicilic ş.a.).

Cercetarea etapei intratiroidiene a ciclului iodic în organism. Iodcaptarea tiroidiană

În etapa intratiroidiană a metabolismului iodic deosebim două faze: neorganică (captarea iodurilor din sânge) şi organică (sintetizarea hormonilor tiroidieni). Ambele procese pot fi studiate aparte sau în comun. Mai des e folosită metoda sumară de cercetare a funcţiei organului, care constă în următoarele: bolnavului i se administrează pe nemâncate radioiod (^{131}I) cu activitatea de 100–150 kBq diluat în 20–30 ml de apă sau soluţie de glucoză de 5%. Pentru a micşora pierderile de iod radioactiv, păhărelul se clăteşte de trei ori, iar apa este consumată de bolnav.

Determinarea intensităţii radiaţiei deasupra glandei tiroide se face peste 2, 24 şi 72 ore după administrarea preparatului radioactiv, cu ajutorul unui radiometru, detectorul căruia se instalează la o

distanţă de 30 cm de la suprafaţa anterioară a gâtului. Aceste condiţii geometrice ne oferă posibilitatea de a efectua măsurătorile cuvenite, ignorând dimensiunile şi profunzimea organului.

Rezultatele obţinute sunt compatate cu doza-trasor standard şi exprimate în procente. Formula de calcul e prezentată mai jos:

$$A = \frac{B - F}{C - F} \times 100,$$

unde A este captarea tiroidiană (%),

B – radioactivitatea glandei tiroide (impulsuri/min),

C – radioactivitatea standardului (impulsuri/min),

F – fondul radioactiv (impulsuri/min).

La individul sănătos adult absorbţia radioiodului la 2 ore reprezintă 5 – 10% faţă de doza administrată; la 4 ore este de 15–20%; la 24 ore – 29–32% şi la 72 ore – 27–29%.

În hipertiroidii, se remarcă o accelerare a fixării radioiodului: cifrele obţinute după prima măsurătoare (la 2 ore), indică valori de peste 20–25%. În ceea ce priveşte rezultatul măsurătorilor efectuate după 24 de ore, la hipertiroidieni se remarcă 2 tipuri de fixări: unii indivizi manifestă o iodcaptare înaltă, ating valori de 60–70%, iar alţii atingând valorile maxime la 6–8 ore de la ingerarea soluţiei de radioiod, la 24 ore valorile fiind mai scăzute faţă de cele de la 2 ore.

În hipotiroidii, dimpotrivă, maximul de absorbţie este redus şi apare la 3 ore, fiind în orice caz sub 10%.

Cercetarea fazelor neorganică şi organică

Faza neorganică a etapei intratiroidiene a metabolismului iodic este studiată cu ajutorul pertechnetatului – ^{99m}Tc, radionuclid care este captat de glanda tiroidă în aceeaşi măsură, ca şi iodura de sodiu, însă nu ia parte la sinteza hormonilor tiroidieni.

Pertechnetatul – ^{99m}Tc cu o activitate de 1,5–2,0 MBq este administrat bolnavului per oral. Aceeaşi cantitate de preparat e fo-

losită pentru pregătirea standardului. Metoda de cercetare e identică cercetării cu ^{131}I, însă radiometria glandei tiroide se efectuează de două ori. Prima măsurătoare se face peste 2 ore după ingerarea pertechnetatului, atunci când nivelul de acumulare e maximal. După aceasta se măsoară standardul şi se calculează procentul de ^{99m}Tc acumulat de organ. Terminând cu procedura de măsurare, bolnavul primeşte 0,2 g perclorat de amoniu sau 1,0 g perclorat de potasiu, care elimină din glanda tiroidă pertechnetatul. Peste 20–30 de minute radiometria se repetă pentru a determina cantitatea de ^{99m}Tc din circulaţia sanguină a gâtului. Diferenţa dintre rezultatele acestor două măsurători va prezenta nivelul de acumulare (în %) a pertechnetatului în ţesutul tiroidian, care alcătuieşte în normă 0,6–0,9 şi nu depăşeşte 2,3%.

Cum a fost menţionat mai sus, radiometria glandei tiroide cu ^{131}I, ne oferă posibilitatea de a analiza în sumă cantitatea de iod sub formă de iodură, care se găseşte în organ, precum şi a iodului din componenţa hormonilor tiroidieni şi a discipolilor organici. Radiometria glandei tiroide cu pertechnetat poate determina numai cantitatea de iod inclusă în organ sub formă de iodură. Deci, diferenţa dintre procentul de acumulare a ^{131}I şi ^{99m}Tc reflectă etapa organică a metabolismului intratiroidian al iodului, care în caz normal constituie 9±1,5%; la o hipertiroidie procentul e mărit, iar la o hipotiriodie – micşorat.

Studierea etapei organice de transport al metabolismului iodic

Hormonii glandei tiroide – *tetraiodtironina* (tiroxina T4) şi *triiodtironina* (T3) – se află în circulaţia sanguină în mare parte în componenţa proteinelor din plasmă (mai ales a globulinelor, care au şi primit denumirea de tireoglobuline). În normă aproximativ 1/3 din ele sunt libere. Şi numai o cantitate foarte mică de tiroxină (1%) circulă liber, aflându-se într-un echilibru dinamic cu fracţia legată. Trebuie de subliniat că această fracţie liberă, de cele mai multe ori răspunde de evoluţia clinică a bolii.

Folosind analiza radioimunologică se poate determina cantitatea de tiroxină sumară şi liberă din plasmă, precum şi posibilitatea proteinelor plasmatice de a lega tiroxina. Amintim, că unul din avantajele analizei radioimunologice e cercetarea bolnavului fără a-i introduce preparat radiofarmaceutic.

Determinarea cantităţii de tiroxină (T4) sumară din serul sanguin prin metoda radioimunologică

Metoda se bazează pe o concurenţă între tiroxina marcată şi cea nemarcată la unirea lor cu tireoglobulina. Dacă în amestecul, care constă din tireoglobulină şi tiroxină marcată, se va adăuga tiroxină nemarcată (plasma pacientului), atunci tiroxina nemarcată va înlocui moleculele marcate într-o cantitate direct proporţională concentraţiei de tiroxină din plasma pacientului. Eliminând din amestecul obţinut tiroxina liberă (atât cea marcată, cât şi cea nemarcată), pe baza radioactivităţii rămase se poate determina cantitatea de tiroxină din plasma bolnavului. Cu cât nivelul concentraţiei de tiroxină din plasmă va fi mai mare, cu atât mai multe molecule de tiroxină marcate vor fi înlocuite din sistemă şi cu atât mai mică va fi aşa-numita radioactivitate reziduală.

Pentru cercetare se folosesc reactive speciale, care conţin toate elementele principale ce participă la analiza de concurenţă (în afară de serul pacientului). Reactivele sunt elaborate de industria farmaceutică.

În normă concentraţia de tiroxină globală (sumară) din ser alcătuieşte 100±30 mkg la un litru de plasmă. Mărirea concentraţiei de tiroxină globală din plasmă ne mărturiseşte despre o hiperfuncţie a glandei tiroide, iar micşorarea ei – despre o hipofuncţie tiroidiană.

Gamatopografia glandei tiroide

Particularităţile anatomo-topografice ale glandei tiroide sunt studiate cu ajutorul gamatopografiei. Metoda se bazează pe principiile tehnice de înregistrare a repartizării radionuclizilor topici ţesutului tiroidian (^{131}I, ^{99m}Tc) în formă de imagine scintigrafică sau scano-

grafică obţinută la gama-cameră şi respectiv la scanerul numeric sau liniar.

Pentru a obţine gamatopograma glandei tiroidiene bolnavul primeşte oral ^{131}I (0,3–1,3 MBq) sau intravenos ^{99m}Tc – pertechnetat (40–70 MBq).

Cercetarea se efectuează peste 2–24 ore după administrarea iodului radioactiv şi 20 min după injectarea pertechnetatului. Bolnavul se află în decubit dorsal cu bărbia puţin ridicată. Pe scanogramă se notează reperele mai importante: manubriul sternal, clavicula, cartilajul tiroid, marginile laterale ale gâtului, care ne ajută la stabilirea raporturilor anatomo-topografice ale glandei.

Gamatopograma oglindeşte cu destulă exactitate mărimea, forma şi suprafaţa corpului tiroid. În mod normal, imaginea glandei tiroide poate să aibă forma unui fluture cu aripile desfăcute, unei potcoave sau a două corpuri ovale situate simetric (fig. 176). Densitatea radioactivităţii în interiorul corpului tiroid este mai mare la nivelul

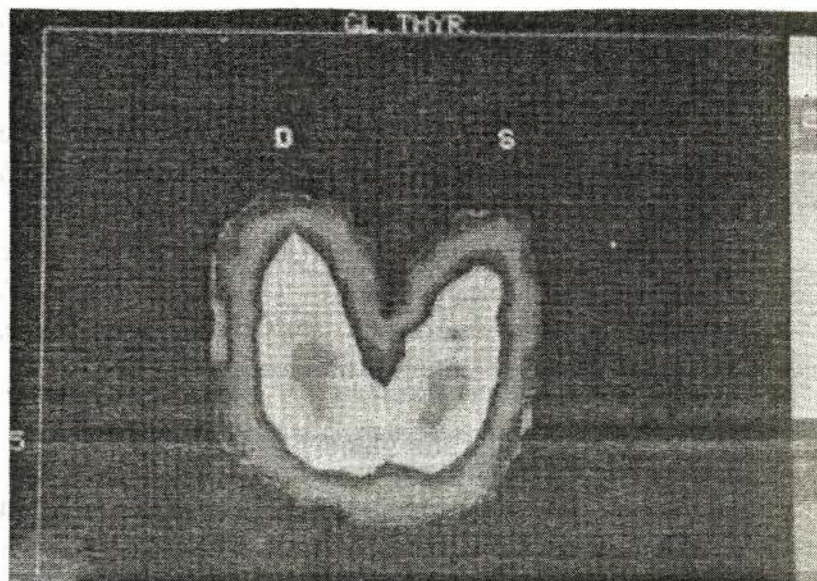


Fig. 176. Scintigrafia glandei tiroide în normă.

lobilor, faţă de istm. Aceasta corespunde şi cu volumul ţesutului glandular, mai bogat reprezentat la nivelul lobilor. În interiorul fiecărui lob, radioactivitatea este mai crescută la centru, scăzând treptat către periferie, unde se întrerupe brusc. Dimensiunile lobului drept sunt de 3–4 cm în lungime şi 2–3 cm în lăţime; a celui stâng 2–3 cm şi în lungime, şi în lăţime. În poziţia lobilor se observă o uşoară asimetrie. Conturul exterior al glandei tiroide e concav şi mărgineşte o suprafaţă a imaginii de 18–20 cm^2.

Dimensiunile lobilor tiroidieni şi ale istmului variază. Lobul piramidal, de obicei, nu se identifică. Se determină diferite anomalii de dezvoltare şi distopii ale glandei tiroide (ţesut tiroidian accesoriu, distopia sublinguală sau retrosternală).

Sindroame radiologice ale afecţiunilor tiroidei

De obicei studiul începe cu aprecierea stării funcţionale a tiroidei, care este mai informativ în cazul explorării in vitro. Concentraţia sporită a T4 şi T3 este caracteristică pentru hipertiroidie, iar scăzută – pentru hipotiroidie. Concentraţia normală a T4 general este de 70–150 nmol/l. Concentraţia normală a T3 este de 1,3–9,5 nmol/l.

Explorările radioimunologice pot fi completate cu radiometria tiroidei pentru aprecierea etapei intratiroide a metabolismului iodului.

Guşa difuză se manifestă prin mărirea uniformă în dimensiuni a glandei cu existenţa sau lipsa de noduli palpabili (fig. 177). Forma tiroidei poate fi normală, micşorată sau sporită.

Ecografia, tomografia computerizată şi imagistica prin rezonanţa magnetică nucleară prezintă o glandă mărită în dimensiuni cu structură neomogenă şi contur bombat.

Ectopia glandei tiroide mai frecvent este retrosternală şi se depistează cu ajutorul radiografiei, tomografiei convenţionale şi mai ales a scintigrafiei, ce permite de a o diferenţia de tumorile maligne.

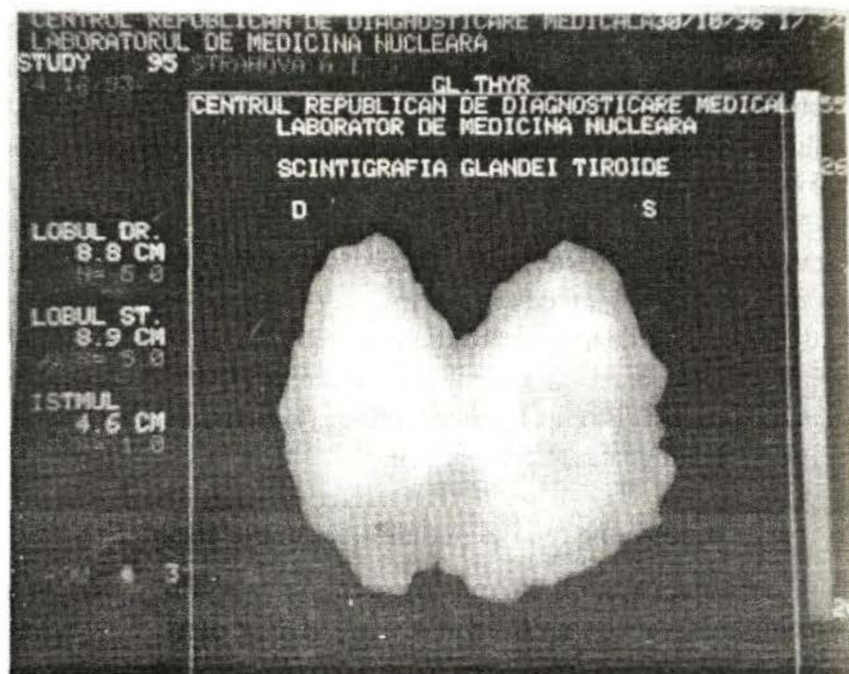


Fig. 177. Scintigrafia glandei tiroide, guşă difuză.

Guşa toxică nodulară

Ecografia depistează existenţa nodulilor în parenchim şi îi diferenţiază de chisturi.

Scintigrafia şi scanografia prezintă defecte de acumulare a PRF – "focare reci".

Adenomul hipertoxic – hiperplazia nodulară a parenchimului tiroid. Sonografia pune în evidenţă un nodul solitar bine delimitat cu ecogenitatea scăzută. Prezenţa nodulului se confirmă prin TC şi RMN. Scintigrafia depistează o zonă de acumulare excesivă a PRF – "focare fierbinţi", iar restul parenchimului nu acumulează PRF sau acumularea lui este inhibată maximal.

Chisturile tiroidei ecografic prezintă formaţiuni rotunde sau ovale având contur clar regulat şi structură econegativă, omogenă.

Scintigrafia depistează "focare reci" cu conturul relativ regulat. Adenomul tiroidei ecografic este o formaţiune rotundă, neomogenă cu ecogenitatea scăzută. Scintigrafia este caracteristică prin prezenţa unui "focar rece".

Tumorile maligne se depistează prin aplicarea unui complex de explorări diagnostice. Ecografia depistează un nodul solitar cu ecogenitate scăzută neomogenă şi contur clar neregulat. Se întâlnesc şi tumori cu ecogenitate sporită. Scintigrafia depistează existenţa unui "focar rece". Cazurile complicate necesită aplicarea TC, RMN, completate cu biopsia nodulului suspect.

Capitolul X

EXPLORAREA RADIOLOGICĂ A SISTEMULUI NERVOS CENTRAL

Principala metodă de explorare a craniului este radiografia care se efectuează în incidență frontală şi laterală.

Radiografia permite de a depista diverse schimbări ale oaselor craniene şi encefalului: procese destructive, hiperostoză, atrofia oaselor craniene, dereglarea desenului vascular, aprofundarea "amprentelor digitale", fracturi (fig. 178 şi 179).

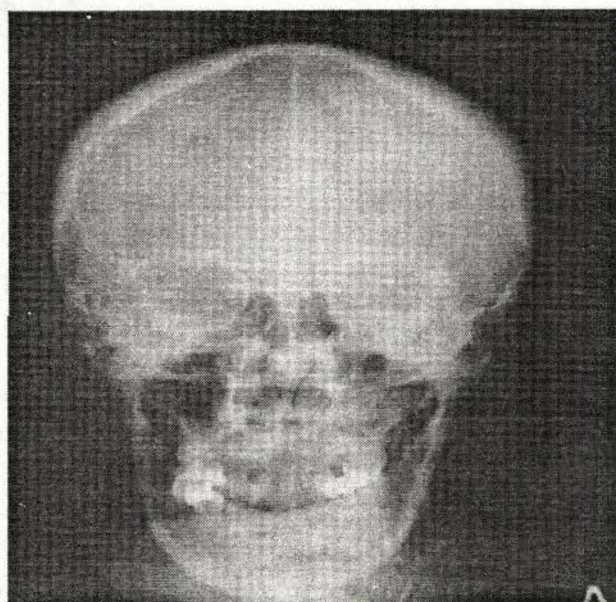


Fig. 178. Radiografia craniului în incidență frontală.

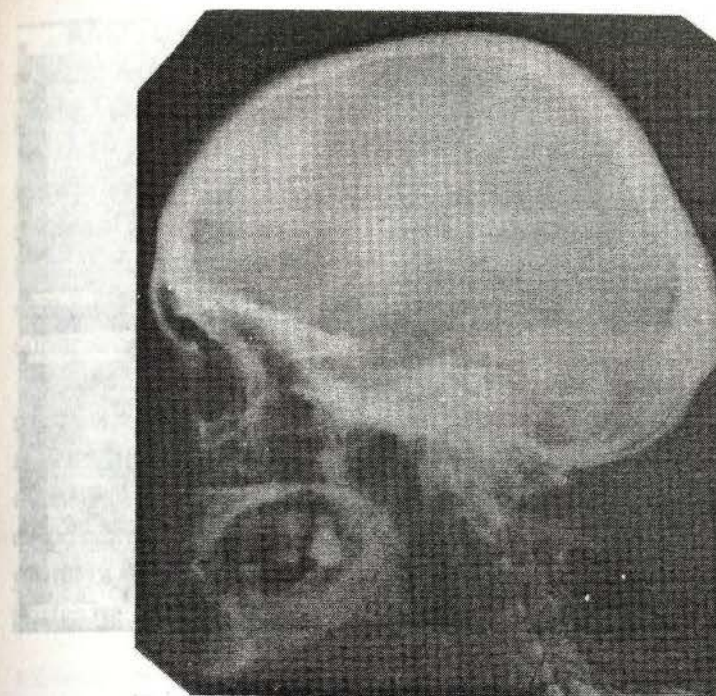


Fig. 179. Radiografia craniului în incidență laterală.

Pneumoventriculografia prevede administrarea de gaze (oxigen, bioxid de carbon, aer ş.a.) pentru vizualizarea spațiului subarahnoidian. Gazul este introdus prin puncție lombară, suboccipitală sau nemijlocit în ventriculele cerebrale laterale. Mai frecvent este aplicată administrarea lombară.

Angiografia – explorare radiologică a vaselor cerebrale cu aplicarea substanțelor de contrast – se efectuează prin puncția arterelor bronhială, axilară, subclaviculară sau carotidă (fig. 180).

Metoda permite de a aprecia localizarea, calibrul, conturul vaselor şi sinusurilor craniene şi cerebrale. Pentru a obține imaginea arterei vertebrale, substanța de contrast se administrează nemijlocit în acest vas. De obicei, angiografia se efectuează după TC, RMN şi ecoencefalografie şi este indicată în caz de ictus, hemoragie

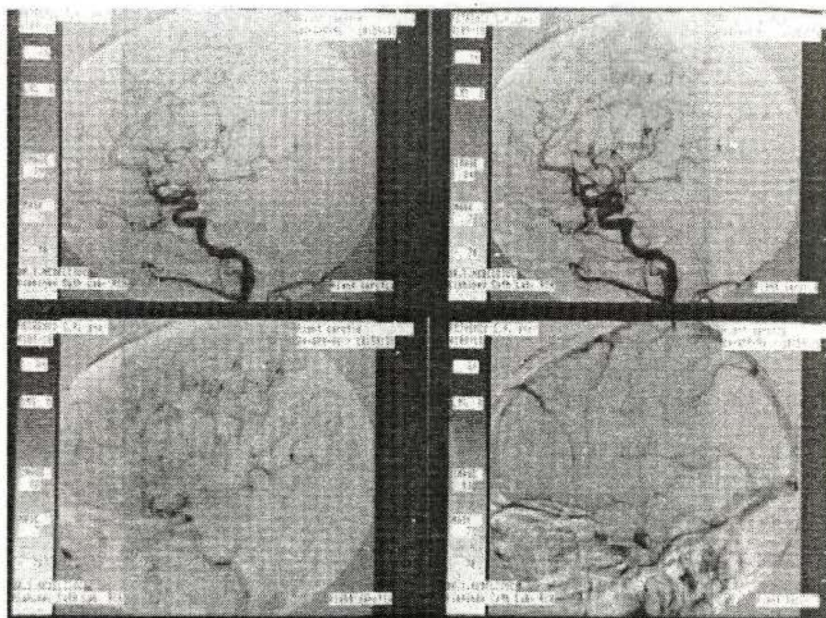


Fig. 180. Angiografia encefalului.

subarahnoidală, anevrisme, traume. Contraindicaţiile sunt dictate de prezenţa endocarditei şi miocarditei, de decompensări stabile ale funcţiilor diferitelor organe.

Tomografia computerizată şi RMN sunt metodele principale de apreciere a morfologiei cerebrale.

Explorările se efectuează în poziţie orizontală.

Acest examen este indicat în cazul suspiciilor referitoare la dereglarea circulaţiei sanguine, hipertensiunea intracraniană, simptomatica neurologică generală sau locală, dereglări ale vorbirii, vederii şi auzului.

În cadrul TC de obicei sunt efectuate 12–17 secţiuni cu grosimea de 4–8 mm.

Deseori pentru a accentua imaginea obţinută în cadrul TC se administrează substanţă de contrast (verografină, urografină) în volum de 40–60 ml. Explorarea se efectuează atât până la administrarea substanţei de contrast, cât şi după aceasta.

RMN, spre deosebire de tomografia computerizată, permite de a obţine o imagine mai clară a substanţei medulare albe şi cenuşii şi poate fi efectuată în mai multe incidenţe.

Sonografia de asemenea permite explorarea creierului, dar numai la copiii mici, când persistă fontanelele. La maturi se efectuează sonografia unidimensională pentru studierea structurilor mediane. Ecoencefalografia este indicată în cadrul examenului de dispensar, nu este succedată de complicaţii, nu are contraindicaţii şi este uşor suportată de pacienţi.

Doplerografia permite de a studia vasele carotide. Metoda nu necesită o pregătire specială şi se efectuează în poziţie orizontală sau aşezat. Prin palpaţie se găseşte vasul, apoi se aplică deasupra lui detectorul instalaţiei, mişcându-l ulterior pe parcurs, analizăm imaginea de pe ecran. Pentru a concretiza gradul de dereglare a circulaţiei sanguine în vasul respectiv se recurge la apăsarea vasului omogen pe partea opusă a gâtului.

Explorările radionuclide

Angiografia radionuclidă a encefalului este în primul rând o metodă funcţională ce permite de a studia dereglările vasculare cerebrale. Pacientul este examinat în poziţie orizontală, capul fiind fixat pe un suport special. De obicei se administrează ^{99m}Tc –pertechnetat cu activitatea de 370 MBq. Cinetica bolului radioactiv se înregistrează în primele 40 s cu durata cadrului de 0,3–1,0 s. Această explorare permite de a obţine informaţie despre următorii indici:

1) timpul circulaţiei cerebrale (norma 5–8 s);
2) timpul eliminării PRF (norma 7–8 s);
3) timpul circulaţiei totale a PRF (norma 13–16 s).

Aceşti parametri pot varia cu ± 15% în funcţie de poziţia bolnavului (dreaptă sau stângă).

Gamascintigrafia statică a encefalului se efectuează peste o oră după administrarea intravenoasă a ^{99m}Tc–pertechnetat (400–

Fig. 181. Scintigrafia statică a encefalului; incidenţă frontală.

600 MBq) sau peste 1–2 ore după administrarea intravenoasă a ^{99m}Tc–DTPA (400 MBq). Se efectuează mai multe incidenţe: laterale, frontală anterioară, frontală posterioară, occipitală (fig. 181, 182). PRF se acumulează nu numai în encefal, ci şi în alte organe şi ţesuturi ale capului şi gâtului, de aceea se obţine şi imaginea ţesuturilor faciale moi, scheletului cerebral şi facial, a gâtului, epiteliului nazal şi bucal.

Foarte evident este tabloul glandelor salivare, care captează din sânge techneţiul şi îl elimină cu saliva. Însăşi imaginea encefalului prezintă o zonă cu o acumulare mai slabă a PRF din cauza că tehneţiul nu pătrunde în ţesutul cerebral, rămânând în lumenul vaselor. În ultimii ani a fost sintetizat ^{123}I–anifetamin, care are proprietatea de a tranşa bariera hematoencefalică şi de a defunda în ţesutul cerebral.

Tomografia computerizată prin emisie face posibilă studierea minuţioasă a celor mai complicate procese metabolice din encefal, inclusiv cele de analiză. Aceste explorări sunt posibile numai dacă

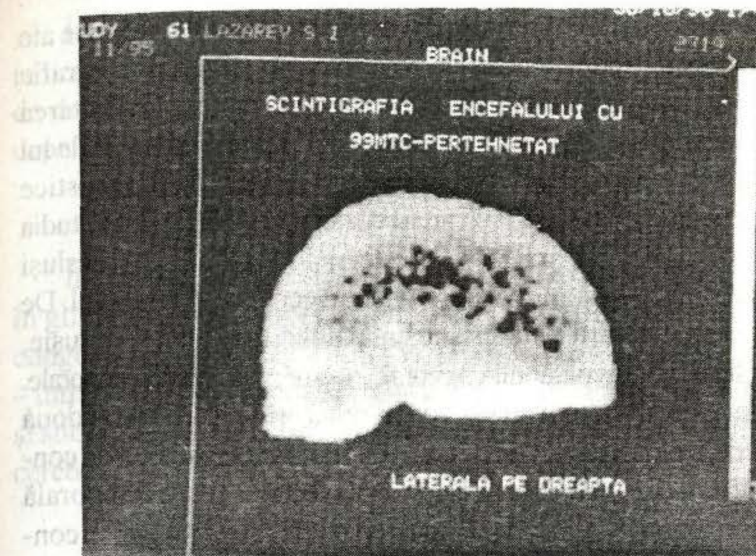


Fig. 182. Scintigrafia statică a encefalului: incidenţă laterală pe dreapta.

laboratorul de diagnostic este dotat cu acceleratoare medicale pentru obţinerea PRF cu perioadă de dezintegrare foarte scurtă.

Anatomia radiologică a craniului şi encefalului

Oasele bolţii craniene de obicei au în normă o grosime ce variază între 0,4 şi 1,0 cm. Ele sunt mai subţiri în regiunea fosei temporale şi mai pronunţate în regiunea tuberculilor parietali şi occipitali. Radiografic pe fondul oaselor bolţii craniene se observă o reţea de transparenţe subţiri ce corespunde arterelor tunicii cerebrale, ramificărilor venelor diploice. "Amprentele digitale" nu sunt pronunţate şi se vizualizează mai frecvent în osul frontal. Sinusurile frontale, maxilarele osului sfenoidal şi celulele pneumatice ale oaselor temporale sunt destul de evidente. Baza craniană se observă în incidenţele laterale şi axiale. Pe suprafaţa ei interioară sunt incluse trei fose – anterioară, medie şi posterioară. Şaua turcească de asemenea se evidenţiază în incidenţa laterală sau pe radiogramele ţintite.

Deoarece pe radiogramele obişnuite structurile anatomice ale craniului se suprapun, pentru a le detaliza se recurge la tomografia liniară. Mai ales ea este indicată când există suspiciu la afectarea oaselor bazei craniene şi a craniului facial. Cerebelul şi mantiile lui absorb foarte slab razele *X*, de aceea explorările radiodiagnostice obişnuite nu fac posibilă vizualizarea acestor structuri. Pentru a studia cerebelul se aplică TC şi RMN. Aceste metode permit de a desluşi clar emisferele encefalului mare, trunchiul cerebral şi cerebelul. De asemenea poate fi diferenţiată substanţa medulară albă şi cenuşie, pot fi studiate circumvoluţiunile cerebrale, vasele mari, spaţiile licvorale. Encefalul este alimentat cu sânge din două artere carotide şi două artere vertebrale. Arteriografia, cu administrarea substanţei de contrast în artera carotidă externă, pune în evidenţă artera temporală superficială, artera meningitică medie etc. Dacă substanţa de contrast se introduce în artera carotidă comună, în afară de ramificaţiile arterei carotide externe obţinem în imagine şi vasele cerebrale.

Traumele creierului şi ale craniului

Scopul explorărilor radiologice în aceste cazuri este de a depista nu numai fracturile oaselor craniene, ci şi complicaţiile cerebrale posibile: hemoragii intracraniene, edem cerebral ş.a. De aceea în majoritatea cazurilor de traumă a craniului, radiografia obişnuită trebuie să fie succedată de TC sau RMN. De obicei radiografic fracturile craniene se manifestă prin linii radiale ce pornesc de la punctul de aplicare al forţei. În funcţie de caracterul traumei fisurile craniului pot fi destul de variate în ce priveşte poziţia şi parcursul. Ele pot depăşi suturile craniene, provocând desfacerea lor.

Rolul hotărâtor în aprecierea gradului traumatizării cerebrale îl au TC şi RMN.

Iniţial focarul de hemoragie se evidenţiază în cadrul TC printr-o zonă cu intensitate sporită, a cărei intensitate creşte în primele 3 zile. În jurul hematomului, de regulă, este prezentă o fâşie cu intensitatea scăzută, cauzată de edemul ţesutului cerebral.

În unele cazuri, când nu se poate efectua TC sau RNM este indicată angiografia. Această metodă face posibilă aprecierea gradul de deteriorare a vaselor cerebrale şi este foarte informativă în depistarea anevrismelor posttraumatice.

Tumorile craniului şi ale creierului

În funcţie de structura histologică tumorile creierului sunt divizate în gliomuri, meningioame, tumori ale nervilor cranieni, tumori congenitale, metastaze (fig. 183); după raportul cu ţesutul cerebral – intracerebrale, extracerebrale; după localizare – supratentoriale şi subtentoriale. La copii majoritatea tumorilor sunt localizate în cerebel.

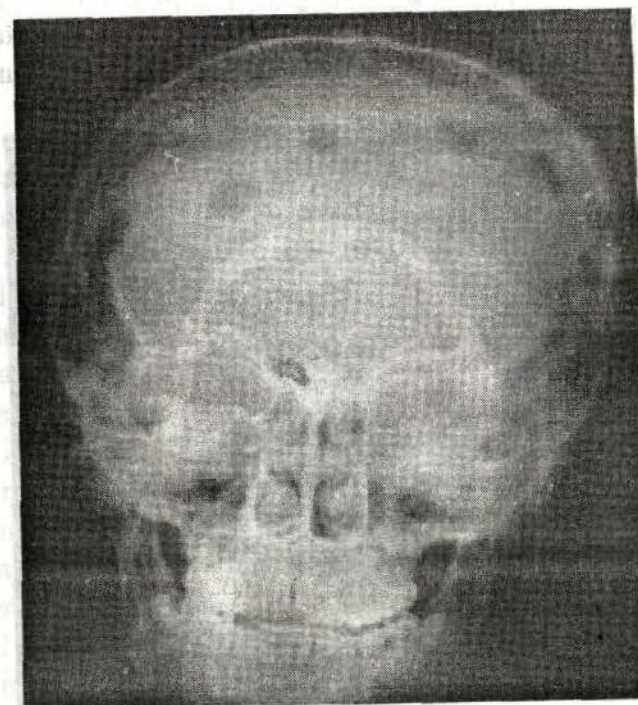


Fig. 183. Radiografia craniului în incidenţă frontală. Metastaze în oasele bolţii craniului.

Tabloul clinic este compus din simptomatologia neurologică generală dictată de hipertensiunea intracraniană – cefalee, vomă ş.a. şi din simptome locale în funcţie de localizarea focarului. Radiografia craniului în două incidenţe permite de a obţine semne de hipertensiune intracraniană: aprofundarea amprentelor digitale, osteoporoza, destrucţia şeii turceşti (sela turţica), hiperostoza ş.a. În prezent, metodele cele mai importante în depistarea tumorilor craniene sunt TC şi RMN care permit aproape în 100% cazuri să depisteze tumoarea. Pe tomograme se observă atât simptomele directe, cât şi cele indirecte. Simptomul direct este însăşi vizualizarea tumorii, fiindcă ţesutul tumoral se deosebeşte de ţesutul cerebral intact prin gradul de absorbţie a razelor *X*, care poate fi sporit sau scăzut (zonă hipo- sau hiperdensă) (fig. 184).

Imaginea tumorii cerebrale poate fi obţinută cu ajutorul scintigrafiei. De exemplu, ^{99m}Tc – pertecnetat se acumulează abundent în

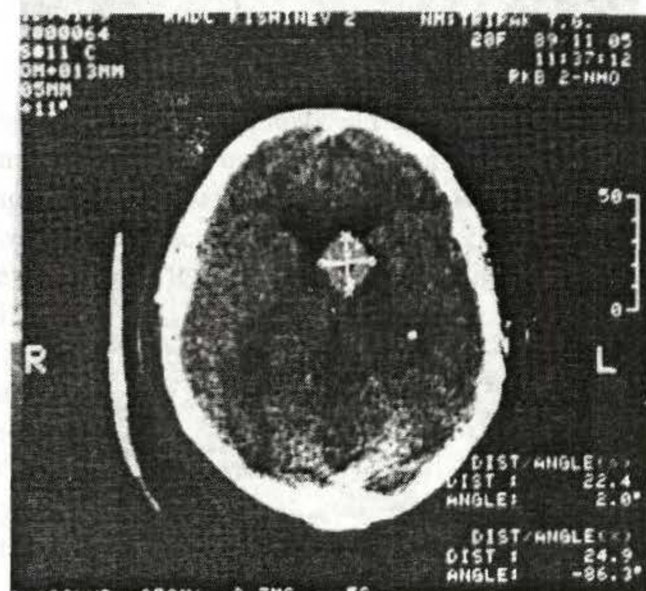


Fig. 184. Tomografia computerizată a craniului şi encefalului. Tumoare a encefalului.

meningioame în urma dereglării barierei hematocerebrale şi se manifestă printr-un "focar fierbinte".

Simptome indirecte ale tumorilor cerebrale se consideră: deplasarea structurilor cerebrale, deformarea ventriculelor şi dereglarea circulaţiei lichidului cefalorahidian până la dezvoltarea hidrocefaliei obstructive, simptomele de edem cerebral, calcificarea tumorilor, schimbările destructive şi reactive în oasele craniene marginale.

Deseori, pentru a întregi tabloul afectării tumorale este necesară angiografia. Ea permite de a preciza raportul tumorii faţă de vasele magistrale, de a determina sursa de alimentare a tumorii şi refluxul sângelui venos.

Angiografic tumorile se manifestă prin deplasarea şi deformarea vaselor sanguine, apariţia de vase sanguine patologice.

Dereglarea circulaţiei cerebrale

De obicei dereglarea circulaţiei cerebrale depinde de arteroscleroza vaselor.

Arteroscleroza afectează vasele cerebrale. Acest proces este mai evident în arterele extracraniene care alimentează encefalul.

Rolul de bază în constatarea dereglărilor circulaţiei cerebrale îl joacă ultrasonografia.

Examenul cu ultrasunete include scanarea şi doplerografia. Scanarea permite de a aprecia localizarea, forma şi starea lumenului arterei, iar doplerografia face o caracteristică a circulaţiei sanguine.

Când este necesară o intervenţie chirurgicală, examenul cu ultrasunet este completat cu angiografia ce este demonstrativă mai ales în aprecierea vaselor braşiocefalice şi cerebrale.

Nemijlocit, aprecierea circulaţiei intracerebrale se efectuează cu ajutorul metodelor de diagnostic radionuclid.

Scintigrafia dinamică a encefalului se efectuează după administrarea rapidă a PRF. Deoarece PRF nu difundează prin bariera hematoencefalică, acesta părăseşte rapid encefalul prin sistemul venos. Construind histograme ale dinamicii PRF pentru fiecare emisferă în

parte, putem obține date despre intensitatea circulației cerebrale. În normă curbele sunt simetrice, au o creștere lentă și o descreștere relativ rapidă. Situațiile patologice evidențiază o accelerare (tumori, anevrisme) sau o scădere (ictus, stenoze vasculare, hematoame subdulare) locală a perfuziei. Pentru studierea circulației cerebrale poate fi aplicată și tomografia computerizată cu emisie pozitronică. Această metodă face posibilă înregistrarea termenilor de captare și eliminare din țesutul cerebral a substanței ^{15}O, deoarece celulele encefalului întrebuințează intensiv oxigen.

Diagnosticul stărilor acute ale dereglărilor circulației cerebrale (infarct, hemoragii intracerebrale sau megingale) se efectuează cu ajutorul TC și RMN.

Infarctul cerebral se vizualizează pe tomogramele computerizate peste 10–15 ore după obturarea vasului, ca o zonă slab delimitată cu densitatea scăzută. În următoarele 2–5 zile contururile infarctului devin mai clare și se observă aderarea la scoarța cerebrală.

Hemoragiile intracerebrale și meningiene se manifestă deodată printr-o zonă cu densitatea sporită, deoarece sângele și îndeosebi eritrocitele absorb razele *X* mai intensiv ca țesutul cerebral. Hematoamele mari, evident, duc la deplasarea structurilor cerebrale.

Defectele vaselor cerebrale, anevrismele lor sunt ușor depistate cu ajutorul angiografiei. În unele cazuri se depistează și trombusurile cu localizare în anevrism.

Explorarea radiologică a coloanei vertebrale și anatomia radiologică

Coloana vertebrală constă din vertebre legate între ele prin discuri intervertebrale și un aparat ligamentar masiv. În normă în segmentul cervical și lombar există două curburi orientate anterior (lordoze) și două curburi în segmentul toracic și sacrococcigian, orientate posterior (cifoze). Discurile intravertebrale sunt localizate între două lamele de cartilaj hialin, ce acoperă suprafețele craniale și caudale ale corpilor vertebrali, și alcătuiesc a patra parte din lungimea coloanei vertebrale. Orificiile vertebrelor cervicale, toracice și lombare formează canalul vertebral unde este localizată măduva spinală.

În explorările radiodiagnostice (radiografia, tomografia) corpul vertebral are formă dreptunghiulară cu părțile laterale puțin concave. Dimensiunea corpilor vertebrali crește în direcție caudală. Pe radiogramele efectuate în diferite incidențe se observă arcurile și apofizele vertebrale.

TC este informativă în studierea pereților canalului vertebral, canalelor radiculare, a măduvei spinale și a aparatului ligamentar. Pot fi detalizate corpurile vertebrale și apofizele lor, articulațiile intravertebrale.

RMN face posibilă examinarea structurilor discurilor intravertebrale, vizualizează măduva spinală în toate incidențele necesare.

Pentru studierea spațiilor subarahnoidian, subdural și epidural se administrează în ele substanțe de contrast și se efectuează radiografia (fig. 185) și TC. Explorările funcționale constau în efectuarea

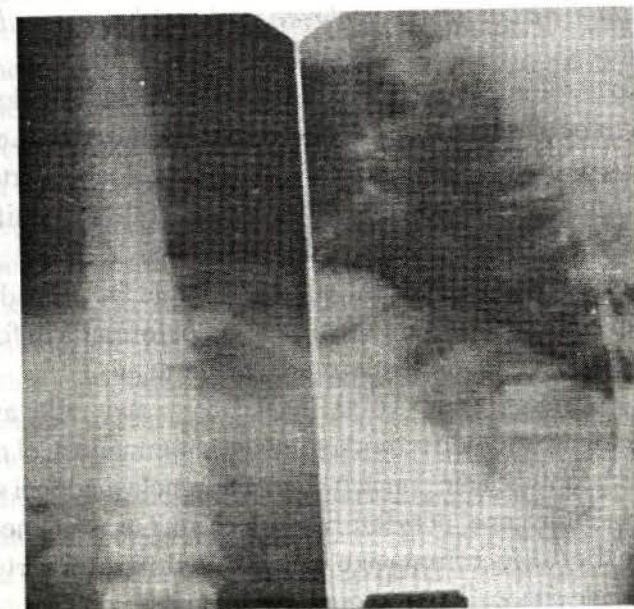


Fig. 185. Mielografia în incidență frontală și laterală.

radiografiilor în diferite poziții ale coloanei vertebrale, și fac posibilă depistarea segmentelor cu dereglări de mobilitate (atât situații de blocadă, cât și de stabilitate).

Mieloscintigrafia se aplică pentru studierea cu radionuclizi a spațiului subarahnoidian întru diagnosticarea tumorilor, aderențelor arahnoidiene, herniilor discurilor intervertebrali, traumelor. În calitate de PRF se aplică gazul radioactiv – ^{133}Xe, ^{131}I și ^{111}In – DTPA. PRF deplasându-se de-a lungul canalului medular este reținut în regiunea blocului, localizând astfel procesul. Se administrează PRF prin puncția canalului medular. Înlăturând 2 ml de lichid medular pentru analiza de laborator se administrează un volum analog de PRF.

Cisternoscintigrafia poate fi următoarea etapă a mieloscintigrafiei dacă PRF nu are obstacole până în cisterna mare și poate fi de sine stătătoare dacă se administrează PRF prin puncție suboccipitală.

Traumele coloanei vertebrale și ale măduvei spinale

În cazul traumei vertebrelor radiografia efectuată în două incidențe reciproc perpendiculare a segmentului afectat pune în evidență fractura vertebrelor și luxația lor, deformarea coloanei vertebrale.

Deformarea traumatică a coloanei vertebrale se manifestă, în primul rând, prin dispariția curburilor fiziologice.

Majoritatea fracturilor coloanei vertebrale fac parte din fracturile prin compresie și sunt specifice prin deformația în formă de pană a corpului vertebrei și micșorarea înălțimii lui.

Mai informative sunt TC și RMN care au mai multe avantaje față de celelalte metode radiodiagnostice enumerate. Cel mai important este faptul că ele pun în evidență traumele măduvei spinale, tunicilor meningiene, nervilor radiculari etc. De asemenea pot fi depistate herniile traumatice ale discurilor intervertebrale, hemotoamele cu localizare epidurală și subarahnoidiană.

Afecțiunile degenerative distrofice atacă toate structurile co-

loanei vertebrale și sunt clasificate în funcție de factorul mai evident (osteocondroză, spondiloză, artroză intervertebrală, hiperostoză anchilozantă și calcinoza discului intervertebral).

Osteocondroza este cauzată de afectarea discului intervertebral, ce se manifestă pe radiogramele funcționale prin blocadă sau instabilitate în segmentul afectat. Alt simptom al osteocondrozei este îngustarea spațiilor intervertebrale din cauza degenerării discului intervertebral. Lamelele subcondrale se îngroașă și se sclerozează, iar la nivelul suprafețelor vertebrale, perpendicular pe axa coloanei vertebrale, apar exostoze.

Spondiloza apare la atrofia straturilor periferice ale discului intervertebral și constă din concreșteri osoase ale corpurilor vertebrelor vecine. Spațiile intervertebrale aproape că nu se modifică.

Artroza intravertebrală se caracterizează prin îngustarea lamelelor subcondrale, sclerozarea lor și apariția exostozelor ce apasă nervii radiculari.

Hiperostoza anchilozantă este asemănătoare cu spondiloza, însă concreșterea corpilor vertebrelor este mai evidentă și ocupă segmente mai mari ale coloanei vertebrale.

Calcinoza discului intervertebral este cauzată de depunerea sărurilor de calciu ce se deslușesc demonstrativ pe radiograme.

Tumorile măduvei spinale pot fi primare, când se dezvoltă nemijlocit din țesutul medular sau alte structuri vecine (tunici meningiene, nervi, vase) sau secundare în cazul metastazelor sau invaziei tumorilor altor organe.

Tumorile primare se împart în intra- și extramedulare. Tumorile intramedulare se dezvoltă nemijlocit în țesutul medular (gliomul), iar cele extramedulare – din structurile adiacente (meningiome, lipomuri, nevroame etc.) și pot fi localizate subdural sau extradural.

Radiografia obișnuită și tomografia liniară permit de a suspecta prezența tumorilor numai în cazul deformării structurilor coloanei vertebrale (corpi, arcuri, apofize, canal vertebral ș.a.) sau dacă conțin includeri de săruri de calciu (teratomul). Mieloscintigrafia,

mielografia, epidurografia pot localiza procesul în dependenţă de blocul în calea PRF sau a substanţei de contrast.

Vizualizarea tumorilor se efectuează cu ajutorul TC şi RMN care prezintă informaţie despre dimensiunile tumorii, răspândirea ei, raportul cu organele şi ţesuturile vecine.

Metode radionuclide de cercetare a tumorilor maligne şi a focarului inflamator

Scintigrafia tumorilor maligne

Metoda de explorare se bazează pe proprietăţile funcţionale ale celulelor tumorii de a acumula PRF în mod diferit faţă de ţesuturile înconjurătoare.

Unele tumori captează PRF în cantităţi cu mult mai mari decât ţesuturile normale şi gamatopografic se manifestă printr-un focar de hiperfixare sau aşa-numita "zonă caldă", "fierbinte". De exemplu: tumorile cerebrale prezintă o fixare crescută de ^{99m}Tc – pertechnetat; metastazele tumorilor maligne ale glandei tiroide, în unele cazuri, pot păstra proprietăţile ţesutului tiroidian normal de a intercepta ^{131}I; tumorile sistemului osteoarticular efectiv acumulează fosfaţi şi fosfanaţii marcaţi cu ^{99m}Tc – pertechnetat. ^{67}Ca, sub formă de citrat, ^{75}Se, sub formă de selenometionină sau selenit, şi ^{112m}In, sub formă de clorură sau bleomicină, reprezintă o selectivitate pentru unele tumori – limfomul, epiteliomul, carcinomul pulmonar primar, melanomul, hepatomul ş.a.

Alte tumori, însă, interceptează PRF cu mult mai slab decât ţesuturile înconjurătoare şi pe scintigramă se caracterizează prin lipsa de fixare a trasorului în teritoriul respectiv, regionând, aşa-numitele "zone reci". Astfel, se identifică tumorile organelor interne în urma folosirii PRF organotropic.

De exemplu: tumorile glandelor tiroidă şi salivare pot fi vizualizate scintigrafic sub formă de zone "reci" cu ajutorul ^{131}I sau ^{99m}Tc – pertechnetatului; cele pulmonare în urma perfuziei de MAA sau

microsfere marcate cu ^{99m}Tc; hepatice cu coloizi de ^{99m}Tc, ^{198}Au; ^{113}In; renale – neohidrin – ^{203}Hg. În toate aceste cazuri ţesutul intact va acumula PRF, iar tumorile vor imagina lacune, numite defecte de acumulare corespunzătoare ţesutului străin.

Diagnosticul radionuclid al tumorilor maligne cu ajutorul ^{32}P

Fosforul radioactiv este acumulat intens de tumorile maligne, unde este reţinut un timp mai îndelungat, decât în ţesutul limitrof. Măsurătorile efectuate după o oră, 24, 48, 72 ore de la administrarea trasorului, înregistrează o radioactivitate sporită în regiunea tumorală, faţă de ţesuturile vecine.

Particularităţile diagnosticului clinic cu ^{32}P constau în faptul, că particulele beta emise de elementul respectiv au o putere mică de pătrundere în ţesuturi (0,5–0,8 cm). De aceea înregistrarea acestor particule poate fi înfăptuită cu un contor, situat la o distanţă nu mai mare de 0,5 cm de la suprafaţa tumorii.

Acest fapt, limitează aplicaţiile clinice ale metodei şi este folosită mai des, la identificarea leziunilor tumorale situate la suprafaţa corpului uman, cum ar fi tumorile pielii, glandelor salivare, tiroidă, regiunii anterioare a ochiului ş.a. În afară de aceasta, diagnosticul – beta se realizează în cazurile, când detectorul dispozitivului se poate instala în apropierea tumorii dezvoltate în diferite cavităţi (bucală, esofagiană, colului uterin ş.a.).

Metoda de investigare e simplă. Bolnavului, dimineaţa, pe nemâncate, i se administrează per os fosfat de sodiu marcat cu ^{32}P, având o activitate de 50 kBq la 1 kg masă. Măsurările, la 1, 24, 48 şi 72, iar uneori şi la 96 ore de la administrarea PRF, sunt îndeplinite cu ajutorul unui beta-zond special cuplat cu un dispozitiv de înregistrare absolută a particulelor beta. Se măsoară nivelul de radioactivitate deasupra tumorii, precum şi intensitatea particulelor beta emise de ţesuturile intacte, situate simetric faţă de focarul cercetat.

Rezultatele obținute sunt comparate și exprimate în procente folosind următoarea formulă de calcul:

$$A = \frac{B - F}{C - F} \times 100\%,$$

unde A este diferența de captare a ^{32}P dintre focar și țesutul intact în %, F – fondul radioactiv (imp./min), B – media impulsurilor pe un minut înregistrată în focar, C – media impulsurilor pe un minut înregistrată în țesutul normal.

Pentru tumorile maligne e caracteristică o depășire a nivelului de radioactivitate tumoral cu 24–30% față de țesutul normal și poartă denumirea de criteriu de malignitate.

Fosforul radioactiv intens se acumulează nu numai în tumorile maligne, dar și în țesuturile cu un metabolism sporit. Dacă pe parcursul primei zile diferența de captare poate să ajungă la 50–80%, atunci în următoarele zile această diferență în focarele inflamatoare brusc scade și se coboară sub criteriul de malignitate. La tumorile maligne mai des se înregistrează o sporire în timp a gradului de captare sau o stabilitate de grad de nivel înalt (în unele cazuri) și o diminuare a diferenței de captare în focarul malign. Însă această scădere nu coboară mai jos de 24–30% – situație întâlnită la tumorile maligne complicate cu un focar inflamator.

O importanță deosebită capătă diagnosticul cu fosfor radioactiv în suspicii de melanoblastom, unde biopsia poate să provoace o creștere a tumorii sau o însămânțare de metastaze. Diferența de captare a ^{32}P, în asemenea cazuri, ajunge la 300–500%.

Limfografia radioizotopică

În explorarea clinică, limfografia radioizotopică deține în prezent un loc secundar, datorită în primul rând opțiunilor pentru limfografia radiologică.

Totuși în unele situații clinice este de preferat limfografia radioizotopică, avându-se în vedere dificultățile tehnice și limitele

topografice și de diagnostic ale limfografiei radiologice directe. Deosebim limfografia radioizotopică directă care se bazează pe introducerea trasorului într-un vas limfatic sau, în mod excepțional, într-un ganglion. Nictemer gamatopografic se imaginează ganglionii situați pe traseul endolimfatic de deplasare a trasorului.

Limfografia radioizotopică indirectă este mai adecvată fiziologic sistemului limfatic și poate fi aplicată în toate regiunile corpului.

Metoda se bazează pe proprietatea unor coloizi (cu diametrul de 50 până la 100 microni) de a trece în sistemul limfatic după injectarea lor subcutanată, oprindu-se în anumit timp în ganglionii pe care trebuie să-i străbată. Coloizii pot fi marcați cu ^{99m}Tc, ^{113m}In.

Agentul radiofarmaceutic utilizat se administrează subcutanat, în 2–3 puncte ale teritoriului satelit al ganglionilor explorați. Așadar, pentru ganglionii din axială, supra – și subclaviculari agentul radiofarmaceutic se injectează în spațiile interdigitale de la mâini; pentru ganglionii inginali, iliaci și paraaortici – în spațiile interdigitale de la picioare ș.a. Activitatea trasorului folosit e de 5–10 MBq pentru ^{198}Au și 37–74 MBq pentru ^{99m}Tc, iar volumul total de 0,5 ml. Administrarea PRF poate fi înfăptuită, concomitent, cu hialuronidoză sau novocaină. Masajul local și mobilizarea musculară activă sunt favorabile rezorbției indicatorului. De obicei scintigrafia se efectuează la 24 ore de la injectare dar se poate face și după 6 ore cu ajutorul scintigrafului liniar sau a camerei de scintilație.

Limfografia radioizotopică are indicații legate de studiile extinderii limfatice a cancerului și de cele funcționale ale ganglionilor. Când ganglionii sunt invadați de metastaze maligne, gamatopografic se înregistrează un obstacol în trecerea indicatorului.

Limfografia radioizotopică poate oferi informații utile în următoarele situații:

– explorarea unui lanț limfatic inaccesibil limfografiei radiologice;
– evidențierea unor ganglioni ce au scăpat la explorarea chirurgicală;
– aplicarea unor doze crescute în oncologie.

Determinarea focarului infecțios prezintă unele dificultăți pentru clinicieni, mai ales când el se dezvoltă în cavitatea abdomenului sau a organelor interne. Datele clinice, leucogramele, culturile de sânge ş.a. pot indica prezența infecției, dar nu reuşesc să localizeze focarul.

Pentru a obține, gamatopografic, imaginea focarului de infecție sunt folosite autoleucocitele marcate cu ^{111}In sau ^{99m}Tc – pertechnetat, activitatea trasorului fiind de 17 MBq.

La subiecții normali leucocitele marcate pe un timp scurt se adună în plămâni, de unde se deplasează rapid în diferite țesuturi ($T_{1/2}$ = 15 min). 25–50% din radiofarmaceuticul injectat este repartizat în splină, ficat şi măduva oaselor, unde se menține neschimbat o perioadă de 48 ore. Dacă pacientul examinat are un focar inflamator, atunci în decurs de 18–24 ore, leucocitele marcate se vor acumula în infiltrat, regionând pe scintigramă o zonă "fierbinte" – focarul infecțios.

Date identice por fi obținute şi cu ajutorul citratului de galiu – ^{67}Ga. Însă acest preparat se elimină în intestin şi împiedică diagnosticul abceselor intraabdominale.